

ORGANIZAÇÃO DO PROGRAMA PRELIMINAR DE REABILITAÇÃO DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO

Aplicação a um caso

INÊS FILIPA TAVARES MADUREIRA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Hipólito José Campos de Sousa

JUNHO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

AGRADECIMENTOS

A Tese de Mestrado aqui presente desenrola-se sob formas um tanto invulgares neste tipo de dissertação, não apenas pelo seu cariz prático, mas também por se situar muitas vezes na fronteira entre a engenharia civil e a arquitectura. Como tal, foi exigido determinado tipo de trabalhos que não dominava e nunca tinha realizado no âmbito do curso. Não posso, por isso, deixar de lembrar aqueles que me ajudaram nas diversas etapas do desenvolvimento desta dissertação, e a quem devo o alcance de todos os objectivos a que me propus.

Agradeço sobretudo ao Professor Doutor Hipólito Sousa não só pela exigência, paciência, conselhos, apoio e disponibilidade, que foram o motor impulsionador da elaboração desta dissertação, mas também por ter aceite tão prontamente guiar-me no tema que escolhi e que lhe propus.

Agradeço aos meus avós e tia-bisavó por terem autorizado a utilização da sua casa como objecto de estudo.

Agradeço aos meus pais e irmã pelos fins-de-semana em que os afastei do Porto e os fiz trabalhar comigo nas primeiras etapas deste exercício, e em especial ao meu Pai, pela serenidade, bom senso e ampla sabedoria.

Agradeço ao meu namorado, João Torres, por se ter aventurado entre insectos e mamíferos voadores para que fosse possível a realização de parte desta dissertação, e pela paciência e carinho infundáveis.

Agradeço ao Sr. Jorge, Empreiteiro da zona de localização da edificação em estudo, pela conversa incrivelmente produtiva e pelos dados relevantes que me forneceu e sem os quais não teria atingido o rigor pretendido na elaboração desta Tese.

Agradeço ao Engenheiro Luis Madureira, da empresa Madureira&Madureira, pela disponibilidade e interesse, e por partilhar o seu conhecimento e experiência comigo, tendo certamente dispendido para isso de valioso tempo de trabalho.

Agradeço aos meus amigos e colegas de curso da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, nomeadamente Luis Ribeirinho Soares, Miguel Cunha, Marco Fernandes, Tiago Coimbra e Augusto Faria, não exclusivamente pela ajuda nos momentos de maior pressão e ansiedade, mas também pela ajuda na transposição de obstáculos de aspecto técnico, e principalmente pela companhia durante o semestre na elaboração da Tese e pelo ambiente de trabalho descontraído e animado.

Por último, agradeço profundamente à minha amiga, Joana Costa, que, como estudante de arquitectura, me facilitou imenso a elaboração de plantas, cortes e alçados com os seus preciosos conselhos e dicas.

RESUMO

A reabilitação de edifícios antigos correntes revela o seu propósito não só na protecção dos valores culturais e patrimoniais, mas também na prática de custos competitivos face à construção nova. O parque habitacional encontra-se sobrelotado, no que diz respeito ao número de fogos, pelo que urge reabilitar os fogos mais antigos, degradados e, conseqüentemente, vagos. Neste contexto, surge o tema da presente dissertação, procurando colmatar a lacuna existente no ensino da profissão e intentando a aquisição de competências nesta área de conhecimento. Como tal, faz sentido o contacto com as diversas etapas de um projecto de reabilitação, só conseguido recorrendo ao estudo de um caso real, o que confere a esta dissertação uma forte vertente prática.

É assim produzido um programa para a obra de reabilitação de uma habitação de dois pisos na Serra do Caramulo datada de 1753. Inicia-se este trabalho com o levantamento geométrico da habitação, uma vez que não existem documentos relativos ao edifício, e com a interpretação das tecnologias construtivas adoptadas na sua construção e em intervenções várias ao longo dos anos. Caracterizado o edifício procede-se à listagem de anomalias que o afectam e elabora-se um diagnóstico de patologias que irá servir de base à produção do programa.

Para elaboração do programa é necessário, numa primeira fase, assumir o papel de Dono de Obra, definindo os requisitos e exigências que se querem cumpridos e o grau de intervenção pretendido. Na elaboração do programa base, toma-se o papel oposto, de Projectista, definindo os trabalhos de intervenção respeitando as exigências e vontade do Dono de obra.

Num último capítulo tecem-se comentários acerca dos obstáculos que foram surgindo nas diversas etapas de elaboração do trabalho. Obstáculos que vêm, apesar de tudo, ajudar ao cumprimento dos objectivos iniciais, aprofundamento de conhecimento e obtenção de alguma experiência na área da reabilitação de edifícios habitacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Reabilitação de Edifícios antigos, Estudo de caso, Diagnóstico de patologias, Tecnologias de construção, Programa.

ABSTRACT

The rehabilitation of ancient buildings reveals its purpose not only by protecting cultural and patrimonial values, but also by competing economically with new construction. Current housing construction is loaded so it is urgent to rehabilitate the existing homes, which are degraded and empty. This dissertation seeks to fill the existing gap in civil engineering teaching, and intends skills acquisition in this area of construction industry. As such, it makes sense to establish contact with all the steps involved in a rehabilitation project, which can only be accomplished with a study case, attaching to this thesis a strong practical component.

It is produced a program for the rehabilitation works on a two floors house in Serra do Caramulo, dating from 1753. This work begins with a geometrical survey of the building, since there aren't any available documents referring to it, and with the detection of the constructive technologies used. Once this stage is completed, it is made a survey of the anomalies affecting the building, and the program can be elaborated based on the pathologies diagnosis.

To formulate the preliminary program it is necessary to assume the role of the project owner, defining the requirements and demands, and the degree of intervention intended. When preparing the base program, taking the role of the Designer, the intervention works are defined in compliance with the demands and wishes presented by the project owner.

In a final stage, some reviews about the obstacles that came up when preparing this document are formulated as a conclusion to the dissertation. Obstacles, after all, helped to meet the original goals of deepening knowledge and getting some experience in the rehabilitation of residential buildings.

KEYWORDS: Rehabilitation of ancient buildings, study case, pathologies diagnosis, constructive technologies, program.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O CONCEITO DE REABILITAÇÃO NO TEMPO	1
1.2. OBJECTIVOS DA PRESENTE TESE	2
1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO	3
2. RECONSTITUIÇÃO CONSTRUTIVA	5
2.1. IMPORTÂNCIA DA RECONSTITUIÇÃO CONSTRUTIVA	5
2.2. RECONHECIMENTO DA CONSTRUÇÃO	5
2.2.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO	5
2.2.2. CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DO PISO 0	6
2.2.3. CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DO PISO 1	8
2.2.4. CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA E DE GÁS	12
2.2.5. CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS	15
2.3. LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO	16
2.4. LEVANTAMENTO CONSTRUTIVO	23
3. ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO EDIFÍCIO – LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS E DIAGNÓSTICO	39
3.1. PATOLOGIAS COMUNS EM EDIFÍCIOS ANTIGOS	39
3.2. PATOLOGIAS OBSERVADAS NO EDIFÍCIO EM ESTUDO	40
3.3. DIAGNÓSTICO(S)/ELIMINAÇÃO DE DIAGNÓSTICOS	46
3.3.1. ESTRUTURA	46
3.3.2. PAREDES DIVISÓRIAS	48
3.3.3. REVESTIMENTOS	51
3.3.4. ENVOLVENTE EXTERIOR	53
3.3.5. COBERTURA	54
3.4. CONCLUSÃO ACERCA DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO EDIFÍCIO	56

4. PROGRAMA PRELIMINAR E PROPOSTA DE REABILITAÇÃO	57
4.1. ELABORAÇÃO DO PROGRAMA PRELIMINAR	57
4.1.1. EXIGÊNCIAS DE ORGANIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO	57
4.1.2. EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO	57
4.2. PROPOSTAS DE REABILITAÇÃO	61
4.2.1. REABILITAÇÃO DO PISO 0	62
4.2.2. REABILITAÇÃO DO PISO 1	65
4.2.3. REABILITAÇÃO DA COBERTURA	69
4.2.4. MELHORIAS DE CARÁCTER GLOBAL	72
4.2.5. ORÇAMENTO	72
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
5.1. DIFICULDADES E MAIS-VALIAS	73
5.2. REABILITAÇÃO OU MANUTENÇÃO?	75
BIBLIOGRAFIA	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2:

Fig.2. 1 – Organização arquitectónica do Piso 0.	6
Fig.2. 2 – Vista da Loja 1 a partir da porta de acesso ao arruamento.	7
Fig.2. 3 – Lojas 2 e 3 com painel de separação	7
Fig.2. 4 – Escadas de ligação da loja 3 ao piso 1	7
Fig.2. 5 – Vista inferior do alçapão de acesso ao piso 1	7
Fig.2. 6 – Loja 5.....	8
Fig.2. 7 – Escada da sala do forno.....	8
Fig.2. 8 – Planta do Piso 0 com identificação do ponto de captação e orientação das fotografias apresentadas ao longo do capítulo.	8
Fig.2. 9 – Planta do Piso 1 com identificação dos compartimentos.....	9
Fig.2. 10 – Parede exterior da casa de banho 1 (vista do interior)	10
Fig.2. 11 – Parede exterior da casa de banho 1 (vista do exterior).	10
Fig.2. 12 – Porta principal de entrada na casa e acesso à sala de estar	10
Fig.2. 13 – Porta de ligação entre a Sala de estar e o Corredor II	10
Fig.2. 14 – Quarto II visto a partir do Corredor II	11
Fig.2. 15 – Quarto III visto do Corredor III.....	11
Fig.2. 16 – Sala de Jantar	11
Fig.2. 17 – Armário louceiro da Sala de Jantar.....	11
Fig.2. 18 – Lareira da Cozinha.....	11
Fig.2. 19 – Alpendre e portas de ligação à despensa (esquerda) e ao Quarto IV (direita)	12
Fig.2. 20 – Parede de divisão do Alpendre que intersecta a janela do Quarto IV	12
Fig.2. 21 – Planta do Piso 1 com identificação do ponto de captação e orientação das fotografias apresentadas.....	12
Fig.2. 22 – Sistema de bombagem de água fria para abastecimento predial.	13
Fig.2. 23 – Tubo de Queda de recolha de águas residuais negras.	13
Fig.2. 24 – Tubo de Queda de recolha de águas de sabão provenientes das casas de banho.	13
Fig.2. 25 – Drenagem das águas residuais provenientes da cozinha.	14
Fig.2. 26 – Caixa de Inspecção.....	14
Fig.2. 27 – Planta esquemática da rede de drenagem de águas residuais domesticas.	14
Fig.2. 28 – Caleira rectangular metálica de drenagem pluvial, ligada a tubo de queda plástico.....	15
Fig.2. 29 – Caleiras rectangulares plásticas de drenagem pluvial, ligadas a tubo de queda plástico...	15

Fig.2. 30 – Extremidade inferior de um dos tubos de queda, drenando directamente para o arruamento.	15
Fig.2. 31 - Cabos eléctricos mais frequentes na habitação.	16
Fig.2. 32 – Exemplo de troço eléctrico recentemente implementado.	16
Fig.2. 33 – Planta do Piso 0 com algumas das medidas obtidas no levantamento geométrico.	17
Fig.2. 34 – Planta do Piso 1 com algumas medidas obtidas no levantamento geométrico.	17
Fig.2. 35 – Planta da cobertura com algumas medidas não rigorosas.	18
Fig.2. 36 – Alçado A com algumas medidas resultantes do levantamento geométrico.	18
Fig.2. 37 – Alçado da Fachada B com algumas medidas resultantes do levantamento geométrico. ..	19
Fig.2. 38 – Esquema de cortes no Piso 0.	19
Fig.2. 39 – Esquema de cortes no Piso 1.	20
Fig.2. 40– Esquema de cortes na cobertura.	20
Fig.2. 41 – Corte L4.	21
Fig.2. 42– Corte L8.	21
Fig.2. 43 – Corte L12.	21
Fig.2. 44 – Corte T4.	22
Fig.2. 45 – Corte T8.	22
Fig.2. 46 – Corte T12.	22
Fig.2. 47 – Corte T16.	23
Fig.2. 48– Estrutura do pavimento do Piso1.	24
Fig.2. 49– Entrega das vigas da segunda fiada à parede de granito.	24
Fig.2. 50 – Esquema representativo da distribuição de vigas de apoio do pavimento.	24
Fig.2. 51– Estrutura de apoio da cobertura: asna de madeira e parede de granito ao fundo	25
Fig.2. 52– Asna de madeira da cobertura.	25
Fig.2. 53 – Identificação dos materiais utilizados no Piso 0.	31
Fig.2. 54 – Identificação dos materiais utilizados no Piso 1.	31
Fig.2. 55 – Identificação dos materiais utilizados na Cobertura.	32
Fig.2. 56 – Identificação dos materiais utilizados no Alçado A.	32
Fig.2. 57 – Identificação dos materiais utilizados no Corte L4.	33
Fig.2. 58 - Identificação dos materiais utilizados no Corte L8.	33
Fig.2. 59 - Identificação dos materiais utilizados no Corte L12.	34
Fig.2. 60 – Materiais identificados no alçado da Fachada B.	34
Fig.2. 61 – Identificação dos materiais utilizados no Corte T4.	35
Fig.2. 62 – Identificação dos materiais utilizados no Corte T8.	35

Fig.2. 63 – Identificação dos materiais utilizados no Corte T12.	36
Fig.2. 64 – Identificação dos materiais utilizados no Corte T16.	36

Capítulo 3:

Fig.3. 1 – Incidência das patologias tabeladas por elemento construtivo, Piso 0.	45
Fig.3. 2 – Incidência das patologias tabeladas por elemento construtivo, Piso 1.	45
Fig.3. 3 – Manchas brancas na pedra do Piso 0, patologia 4	47
Fig.3. 4 - Manchas vermelhas na pedra de uma parede do Piso 0, patologia 5.	47
Fig.3. 5 – Escorrência de água no interior do armário louceiro numa parede de granito exterior; patologia 6.	47
Fig.3. 6 – Viga de madeira da segunda fiada degradada; patologia 7	48
Fig.3. 7 – Vigas de madeira degradadas entregues a uma parede de granito com argamassa pontual; patologias 3 e 7	48
Fig.3. 8 – Vigas de madeira degradadas devido a incêndio ocorrido; patologia 8	48
Fig.3. 9 e Fig.3. 10 – Fissura em intersecção de paredes e pano de parede inclinado; patologia 9 e 14	49
Fig.3. 11 - Fissura em rodapé de parede; patologia 11	49
Fig.3. 12 – Fissuras numa parede interior; patologia 10.....	49
Fig.3. 13 – Manchas de humidade na cozinha, patologia 12.....	50
Fig.3. 14 – Manchas e irregularidade do reboco, patologia 15.....	50
Fig.3. 15 – Manchas cinzentas num dos cantos da namoradeira da janela do Quarto I, patologia 13 ..	51
Fig.3. 16 – Irregularidade da esquadria de inserção da porta e empeno desta; patologias 17 e 18.....	51
Fig.3. 17 – Soalho visto do piso inferior; patologia 19	52
Fig.3. 18 – Manchas brancas no tecto do Escritório junto à entrada, patologia 22	52
Fig.3. 19 – Separação entre as ripas de madeira do revestimento de tecto, patologia 23	52
Fig.3. 20 – Deformação do tecto da Sala de Jantar, patologia 23	52
Fig.3. 21 – Deformação e presença de caruncho no tecto, patologia 24	52
Fig.3. 22 – Manchas escuras na base da parede de granito e presença de fungos	53
Fig.3. 23 – Caixilharia degradada; patologia.....	53
Fig.3. 24 – Estrutura da cobertura.....	54
Fig.3. 25 – Estrutura de apoio às telhas	54
Fig.3. 26 – Estrutura de apoio às telhas com vigas degradadas	54
Fig.3. 27 – Presença de musgo nas telhas e vigas da cobertura; patologia 27	55
Fig.3. 28 – Presença de líquenes nas telhas da cobertura; patologia 27	55

Fig.3. 29 – Ponto de captação das fotografias apresentadas, Piso 0. 55

Fig.3. 30 – Ponto de captação das fotografias apresentadas, Piso 1. 56

Capítulo 4:

Fig.4. 1 – Proposta de reabilitação para o Piso 0. 64

Fig.4. 2 – Programa base para o Piso 0. 65

Fig.4. 3 – Proposta de reabilitação para o Piso 1. 68

Fig.4. 4 – Programa base para o Piso 1. 69

Fig.4. 5 – Proposta de reabilitação para a Cobertura. 70

Fig.4. 6 – Esquema da nova estrutura para a cobertura. 70

ÍNDICE DE QUADROS

Capítulo 1:

Quadro 1.1 – Sequência dos trabalhos a realizar na dissertação.	3
--	---

Capítulo 2:

Quadro 2.1 – Tipo de material e solução construtiva utilizada nos diferentes elementos.	26
--	----

Capítulo 3:

Quadro 3.1 – Atribuição de categoria aos diferentes níveis de consequência das anomalias.	40
--	----

Quadro 3.2 – Organização das patologias por sistema construtivo..	41
--	----

Capítulo 4:

Quadro 4.1 – Resumo do programa preliminar apresentado.	59
--	----

Quadro 4.2 – Primeira estimativa de custos para a obra de reabilitação	72
--	----

1

INTRODUÇÃO

1.1. O CONCEITO DE REABILITAÇÃO NO TEMPO

A reabilitação urbana e de edifícios não é um conceito actual. Os cuidados de preservação dos monumentos de grande valor histórico para as gerações vindouras estão presentes desde há muitos séculos. Embora no passado com contornos elementares e sem metodologia subjacente, este termo evolui e no século XIX surgem as primeiras teorias sobre a definição de património e seu modo de conservação. No entanto, só em 1931 no I Congresso Internacional de Arquitectos e Técnicos em Monumentos é redigido o primeiro documento com referência a doutrinas de conservação de monumentos, a Carta de Atenas. Mais tarde, com a elaboração da Carta de Veneza (sobre a Conservação e o Restauro de Monumentos e Sítios) aprovada em 1964, expandiu-se o conceito de reabilitação a outras edificações que não apenas os grandes monumentos [1] e [2]. O primeiro artigo deste documento resultou assim numa renovada definição de monumento histórico a preservar:

“Art.1 - O conceito de monumento histórico engloba, não só as criações arquitectónicas isoladamente, mas também os sítios, urbanos ou rurais, nos quais sejam patentes os testemunhos de uma civilização particular, de uma fase significativa da evolução ou do progresso, ou algum acontecimento histórico. Este conceito é aplicável, quer às grandes criações, quer às realizações mais modestas que tenham adquirido significado cultural com o passar do tempo.” [3].

Foram assim surgindo teorias sobre a conservação do património arquitectónico e urbano e reabilitação do parque habitacional. Na Europa, devido à riqueza cultural das suas cidades, torna-se fácil perceber a importância da reabilitação. O propósito da reabilitação dos edifícios e dos espaços é a protecção do valor cultural, seja ele artístico, histórico, arquitectónico ou tecnológico. Para além da preservação do legado cultural, a reabilitação dos edifícios e sítios com testemunhos de acontecimentos históricos convida ao turismo, sendo uma mais valia económica para o País que mantém intactos os marcos do seu passado.

Ao reutilizar o já construído obtém-se outra vantagem económica, a poupança de energia e recursos. Associamos assim à reabilitação um outro conceito que ganha forma com a consciência ecológica que se espera cada vez mais vinculada nas sociedades actuais, a sustentabilidade na construção. Com o uso exacerbado das energias não renováveis, enfrenta-se agora a sua escassez, e urge rentabilizar a todos os níveis a construção que se pratica actualmente. Essa rentabilização terá que passar indubitavelmente pela reabilitação dos edifícios existentes que se encontram a grande escala desocupados ou gravemente degradados para uso.

Em diversos países europeus esta prática está enraizada. O conhecimento e investigação na área da reabilitação é valorizado e apoiado, havendo uma grande organização e intersecção de saberes de todas as disciplinas, arquitectura, arqueologia, história, planeamento do território, etc. [4].

No entanto, em Portugal não se cultivou a compilação dos conhecimentos obtidos, nem a continuidade dos trabalhos de reabilitação. O financiamento é insuficiente e mal distribuído, levando a que o objectivo de uma obra de reabilitação se foque mais na tentativa de obtenção deste do que no seu projecto.

1.2. OBJECTIVOS DA PRESENTE TESE

A consciencialização de que é urgente reabilitar o parque habitacional, que é necessário recorrer a novas tecnologias e novos materiais sustentáveis, e que há que apostar na qualidade da construção, são valores que, actualmente, vão sendo incutidos na formação dos engenheiros civis ao longo do curso. É assim que surge o interesse pela área da reabilitação de edifícios, e esta se transforma no tema da presente Tese. Esta não tem como intuito focar especialmente a fase de projecto, mas percorrer todas as fases em que se desenrola uma obra de reabilitação. Destas fases destacam-se os obstáculos do levantamento dimensional da habitação, a procura das alterações efectuadas ao longo do tempo que deslindam alguns mistérios da organização do espaço e pormenores de ligação entre elementos construtivos, a percepção das tecnologias construtivas utilizadas no passado, a comunicação com um Dono de obra leigo no tema e, por último, a produção de um programa preliminar que interseque as vontades do dono de obra e sua disponibilidade financeira, com os conhecimentos das diferentes especialidades e definição prioritária das exigências de desempenho pretendidas.

Assim sendo, esta dissertação de mestrado tem como objectivo último a elaboração de um programa para uma intervenção de reabilitação subjacente a um edifício antigo conhecido, que serve como estudo de caso. Habitualmente distinguem-se dois tipos de programas, o preliminar e o base, desenvolvendo-se a sua distinção nos parágrafos que se seguem.

O programa preliminar é um documento redigido pelo Dono de Obra e entregue ao(s) Projectista(s) que tem como base a “definição dos objectivos, características orgânicas e funcionais e condicionamentos financeiros da obra, bem como dos respectivos custos e prazos de execução a observar” [5]. Assim, para o caso de uma obra de reabilitação compete ao Dono de Obra/Promotor caracterizar o edifício existente e definir as soluções que quer adoptadas em obra.

Por seu lado, o programa base surge como resposta ao programa preliminar e, por isso, com sentido oposto, elaborado pelo Projectista para aprovação do Dono de obra. O programa base é, então, “o documento elaborado pelo Projectista a partir do programa preliminar resultando da particularização deste, visando a verificação da viabilidade da obra e do estudo de soluções alternativas, o qual, depois de aprovado, pelo Dono de obra, serve de base ao desenvolvimento das fases ulteriores do projecto” [6]. Com este documento pretende-se que o Dono de obra, na posse dos dados relativos a diferentes soluções que lhe são explicitadas (custos, prazos, cuidados de manutenção futuros – life cycle cost, consequências arquitectónicas, etc.) decida qual a que quer adoptar para o desenvolvimento das restantes fases de projecto.

No âmbito da presente Tese pretende-se um estudo comparativo de diferentes soluções para os principais problemas encontrados na habitação, nomeadamente ao nível das exigências de segurança (estrutural, contra incêndios, no uso) e de organização/funcionais.

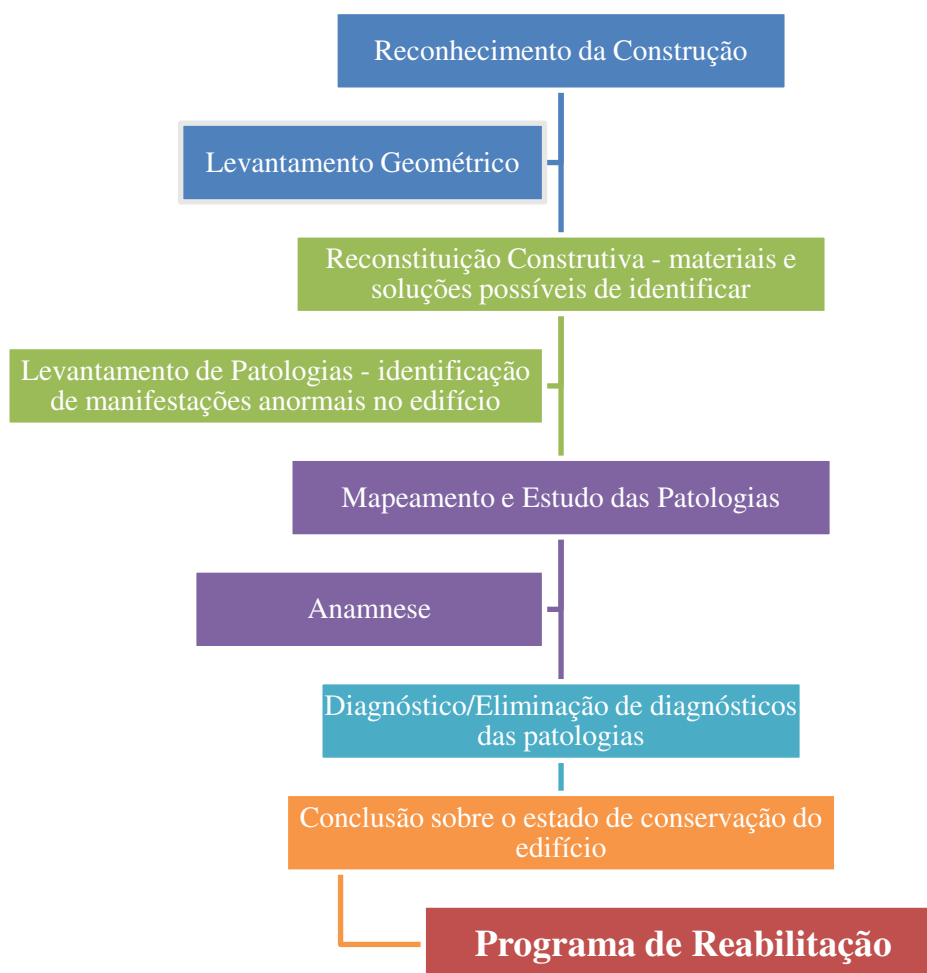
A intervenção de reabilitação em estudo está associada a um edifício real datado de 1753 e localizado na transição entre a Beira Alta e Beira Litoral. A sua arquitectura e tecnologias construtivas são típicas

da época de construção e de uma aldeia que ainda hoje se apoia na agricultura como meio principal de sustento dos seus habitantes. Como não existe informação registada sobre o edifício em causa, para proceder à sua caracterização será necessário recorrer a diversos levantamentos no local. Essa caracterização passará por aspectos como: levantamento geométrico – plantas e alçados da casa; levantamentos de índole construtiva – comportamento da estrutura e materiais de construção utilizados; e reconhecimento do estado de conservação do edifício.

Na posse de todos os dados relativos à existência do edifício, pretende-se efectuar um diagnóstico, ou seja, identificar as principais patologias e perceber as suas causas. A definição do diagnóstico é o passo fulcral que possibilita por fim a elaboração de um programa das diversas soluções de intervenção a aplicar ao edifício.

A dissertação consistirá então nas seguintes etapas:

Quadro 1.1 – Sequência dos trabalhos a realizar na dissertação.



1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO

Quanto à estrutura geral de apresentação da presente Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, esta encontra-se dividida em quatro grandes capítulos após esta introdução.

O capítulo dois visa a reconstituição construtiva da edificação, ou seja, a descrição detalhada da casa:

- Reconhecimento da construção – através de fotografias e plantas pretende mostrar a organização do espaço e o aspecto visual da casa;
- Levantamento geométrico – totalmente elaborado pela autora com recurso a equipamentos próprios para o efeito como fitas métricas e medidores a laser, nesta etapa procurou-se conhecer todas as dimensões do edifício de modo a ser possível traçar com rigor as plantas dos pisos e cobertura, alçados e cortes;
- Levantamento Construtivo – através de metodologias como a observação directa, informação do utente e comparação com tipologias construtivas semelhantes, são identificados grande parte dos elementos construtivos, tecnologias e materiais que definem o edifício.

O terceiro capítulo concentra-se na análise do estado de conservação do edifício. Esta análise é feita com base num levantamento das patologias que afectam os elementos da casa. Pretende-se reunir informação que, uma vez cruzada com os dados obtidos dos utentes, permita ir eliminando diagnósticos e procurar a(s) causa(s) de cada patologia.

Segue-se o capítulo quatro onde se elabora o programa preliminar. Tendo em atenção as patologias identificadas e o diagnóstico acerca do estado de conservação da casa é preparado um programa para a obra. Deste programa constam as exigências de funcionamento e desempenho da habitação, tentando conciliar os conhecimentos das várias especialidades com as vontades do Dono de obra. Este capítulo termina numa compilação breve de propostas de soluções para a obra de reabilitação, procurando acentuar a importância de medidas de manutenção para o futuro.

Por fim, elabora-se um capítulo de nome Considerações finais, que promove a discussão dos aspectos tratados ao longo do trabalho e que encerra a dissertação.

2

RECONSTITUIÇÃO CONSTRUTIVA

2.1. IMPORTÂNCIA DA RECONSTITUIÇÃO CONSTRUTIVA

A reconstituição construtiva de um edifício pode ser efectuada através da combinação de diferentes técnicas, entre elas estão a observação directa, levantamento dimensional, consulta de projecto e documentação disponível, correlação com a tipologia construtiva, informação do construtor, informação do utente e sondagens. Recorrendo a estas técnicas pode-se caracterizar razoavelmente um edifício, desde a sua arquitectura, aos materiais e técnicas construtivas adoptadas.

Neste capítulo pretende-se fazer a reconstituição construtiva do edifício em estudo, de modo a facilitar a detecção de patologias e determinar o seu diagnóstico quando possível. Para esse efeito recorreu-se a todas as técnicas mencionadas, excepto consulta de projecto uma vez que não existe, à informação do construtor original, uma vez que a casa conta já cerca de 250 anos, e às sondagens de carácter destrutivo, por imposição do Dono de obra.

A informação recolhida será organizada neste trabalho em três fases consecutivas: reconhecimento da construção, levantamento geométrico e levantamento construtivo.

Todo o levantamento foi efectuado pela autora, procurando o máximo rigor nas medições e conclusões acerca do comportamento da estrutura e materiais que compõem o edifício. Contudo, nem sempre foi possível confirmar as suspeitas devido à necessidade de recurso a métodos destrutivos. Procura-se, assim, mencionar os obstáculos encontrados, de modo a evitar a interpretação errada da informação registada neste documento ou a omissão de dados relevantes para concluir sobre a reconstituição construtiva da habitação.

2.2. RECONHECIMENTO DA CONSTRUÇÃO

2.2.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

Este subcapítulo procura mostrar o aspecto estético da habitação e o seu funcionamento. A percepção do espaço e das dimensões da casa tornará mais fácil o entendimento das plantas e cortes de arquitectura e, posteriormente, a identificação de patologias.

O edifício em estudo situa-se no Lugar da Costa, na Serra do Caramulo (concelho de Tondela, distrito de Viseu) a uma altitude de aproximadamente 315m. Como foi mencionado no Capítulo 1, data de 1753 tendo tipologia construtiva e arquitectónica comum da época e local de construção, com uma área de implantação de cerca de 210m² e orientação solar das fachadas A e B (figura 2.33) a NE e SE.

Procurou averiguar-se, junto dos proprietários da habitação, a história de alterações a que foi sendo sujeita, de modo a perceber-se as ligações entre elementos construtivos resultantes de épocas distintas. Assim, percebeu-se que originalmente a casa em estudo e a vizinha correspondiam a uma só, que foi dividida em partes com áreas semelhantes. A divisão consiste numa parede de granito já existente, cujos vãos foram encerrados de modo a concluir a separação física. Actualmente, a metade vizinha encontra-se abandonada e em ruínas, pelo que, durante o Inverno do presente ano, ocorreram infiltrações de humidade na casa em estudo, devido à precipitação. Como tal, houve a necessidade de se impermeabilizar a parede divisória do lado vizinho. Durante este processo, o empreiteiro a cargo foi capaz de determinar a profundidade de fundação da parede em causa, apontando uma profundidade mínima de 0,5m e máxima de 1m.

Outras alterações efectuadas ao edifício original foram a transformação do espaço que hoje se destina à cozinha para esse mesmo fim, não se conhecendo a função original, e a ligação do edifício à Sala do Forno, resultando no aproveitamento do espaço de ligação para criação de um Escritório, como se pode ver na planta da figura 2. 9.

2.2.2. CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DO PISO 0

O Piso 0 dedicou-se outrora a funções como o acolhimento de animais, armazenamento de utensílios e equipamentos, armazenamento dos produtos resultantes das colheitas e também produção vinícola.

Neste piso as exigências estéticas eram reduzidas, pelo que as suas paredes não apresentam um aparelhamento para o interior tão cuidado como no piso superior. Para além disso, o piso, que acompanhava originalmente a topografia do terreno acidentado da zona, nunca foi pavimentado. Como consequência existe uma grande oscilação nos valores do pé-direito, variando este entre 1,6m e 2,6m.

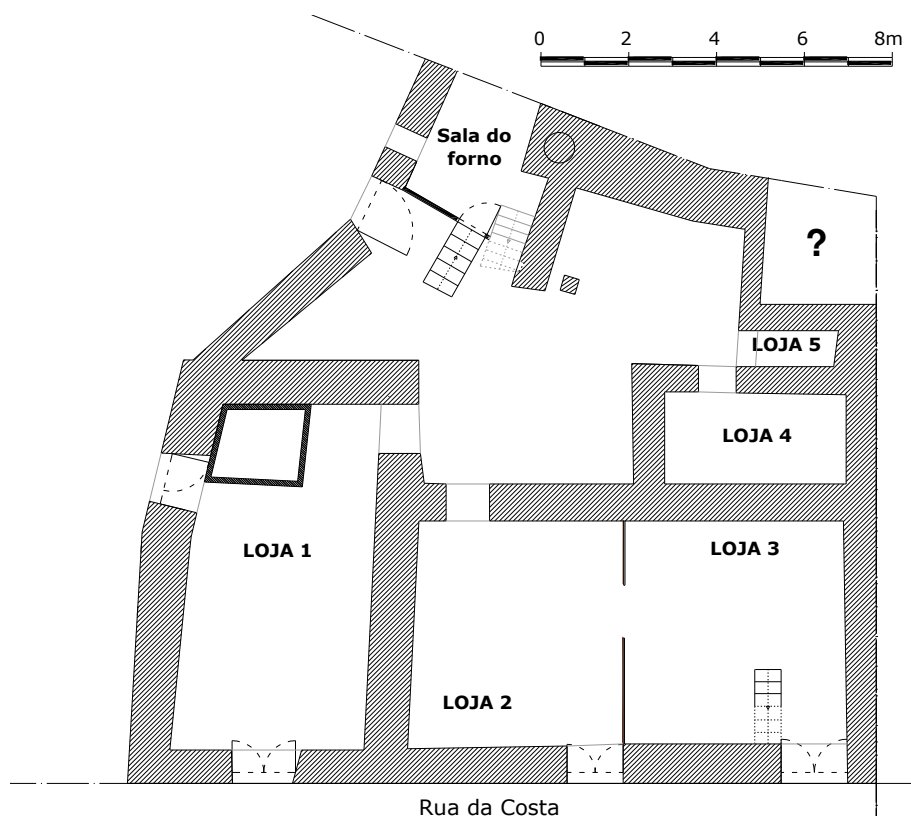


Fig.2. 1 – Organização arquitectónica do Piso 0.

A disposição dos compartimentos neste piso faz-se em três lojas de tamanho significativo, e uma quarta de dimensões muito reduzidas. Para além da zona das lojas, existe uma divisão onde se encontra um forno a lenha que se adivinha datar do mesmo ano de construção do edifício principal, mas numa divisão independente deste originalmente. Esta disposição encontra-se exposta na Fig.2. 1.

Na planta do Piso 0 pode atentar-se à organização dos espaços mencionados:

- à **Loja 1** está associado um lagar, sendo a única com desenvolvimento perpendicular à fachada principal, Fig.2. 2;
- as denominadas lojas 2 e 3 resultam de uma só loja, dividida por um painel arcaico de tábuas de madeira com uma abertura para ligação dos dois espaços, Fig.2. 3;
- a **Loja 2** funciona como adega;
- a **Loja 3**, com pé-direito muito reduzido, inclui umas escadas de comunicação com o piso superior, Fig.2. 4, concretamente com a sala de estar, através de um alçapão. Para melhor perceber a ligação entre os pisos neste local podemos ver a Fig.2. 5 que mostra o alçapão visto da loja;
- a **Loja 4**, também de pé direito reduzido, não apresenta nenhum elemento de destaque. Até recentemente não possuía luz eléctrica, nem aberturas para o exterior, pelo que não possui utilidade nos dias de hoje;
- a **Loja 5**, compartimento de reduzidas dimensões como mencionado, pode conhecer-se na Fig.2. 6;
- a “**Sala do forno**”, como é identificada pelo utente, não é utilizada há anos a não ser como passagem para o piso superior, passagem que se pode verificar na Fig.2. 7.



Fig.2. 2 – Vista da Loja 1 a partir da porta de acesso ao arruamento.



Fig.2. 3 – Lojas 2 e 3 com painel de separação.



Fig.2. 4 – Escadas de ligação da loja 3 ao piso 1.



Fig.2. 5 – Vista do alçapão de acesso ao piso 1.



Fig.2. 6 – Loja 5.



Fig.2. 7 – Escada da sala do forno.

A Fig.2. 8 mostra o ponto de captação das fotografias apresentadas previamente de acordo com a referência das figuras.

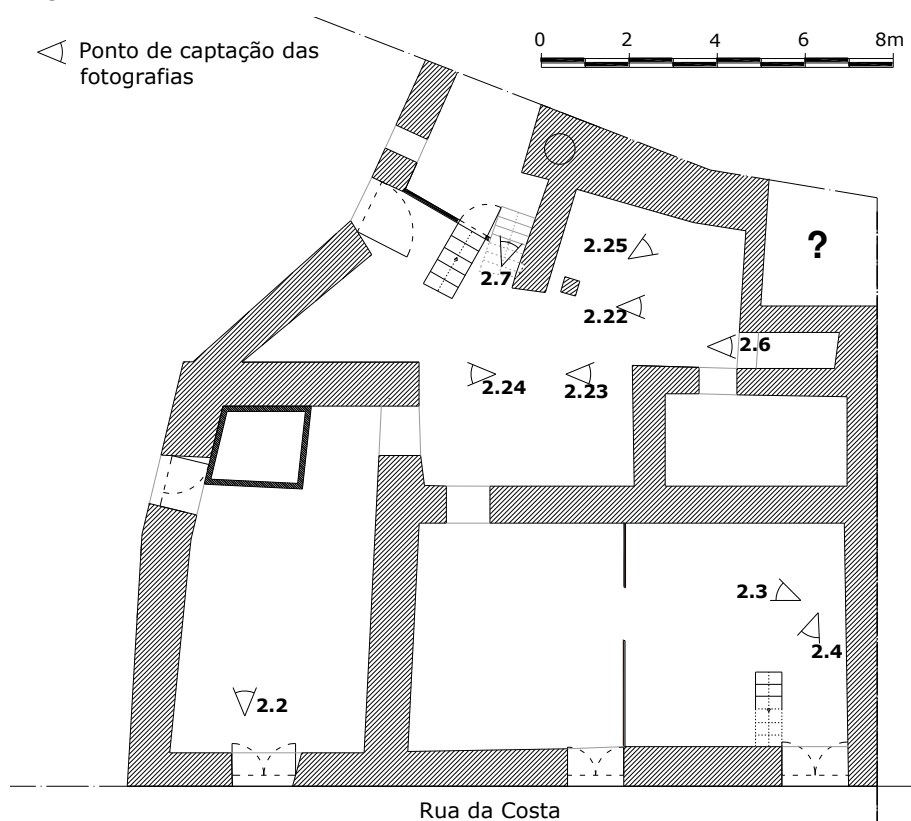


Fig.2. 8 – Planta do Piso 0 com identificação do ponto de captação e orientação das fotografias apresentadas ao longo do capítulo.

2.2.3. CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DO PISO 1

O piso superior é a habitação propriamente dita, e como tal as exigências de desempenho ganham importância relativamente ao piso inferior. Assim, os elementos verticais e horizontais adquirem formas mais lineares com a aplicação de revestimentos e a organização do espaço torna-se muito mais rica.

Como podemos ver na Fig.2. 9, a organização em planta compreende onze divisões, das quais três são quartos, dois quartos de banho, uma sala de estar e outra de jantar, cozinha, despensa, um escritório e uma assoalhada sem atribuição de função.

A ocupação dos espaços mencionada é a actual, visto que a disposição dos compartimentos foi sendo alterada no decorrer dos anos segundo a necessidade dos seus habitantes. Por exemplo, a casa de banho 1 era um quarto para arrumação ao qual se chamava “quarto das malas”. Aquando da sua remodelação a parede de acesso ao alpendre foi vedada e é hoje a parede onde se encontra o armário de lavatório que se pode ver nas figuras 2. 10 e 2. 11.

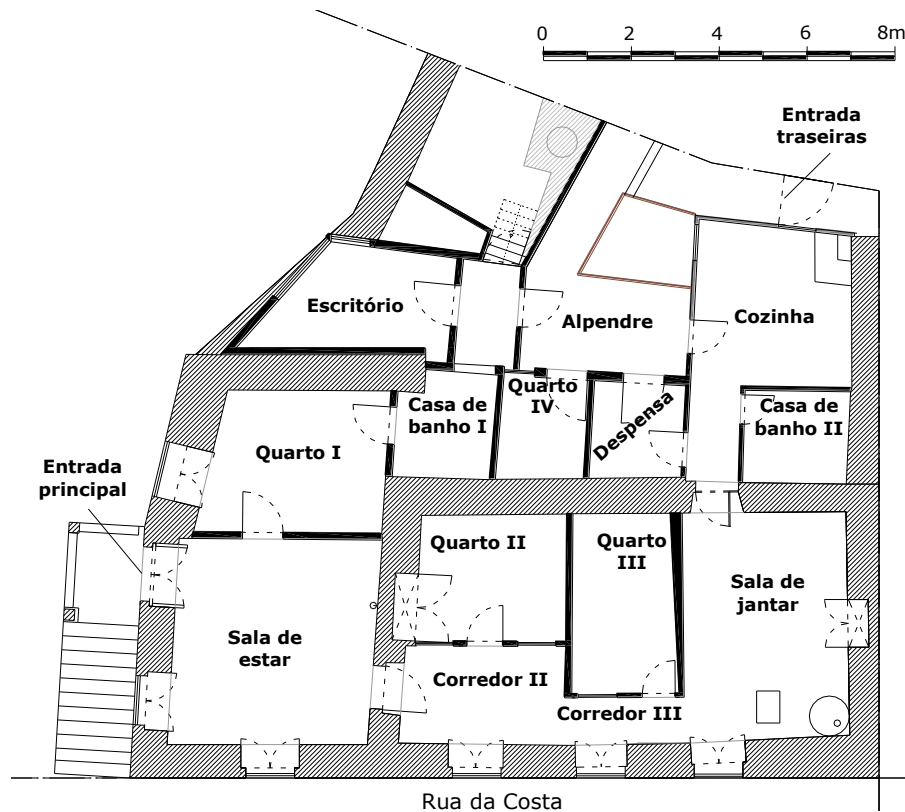


Fig.2. 9 – Planta do Piso1 com identificação dos compartimentos.

Procurando caracterizar o espaço com maior detalhe, conforme efectuado para o Piso 0, temos as divisões identificadas na planta do Piso 1:

- a **Sala de estar** é o compartimento de entrada da casa, Fig.2. 12. Contém uma das salamandras da casa, cujo uso se extingue na tentativa de aquecimento deste espaço e do Quarto I quando são utilizados durante o Inverno;
- o **Quarto I** é o quarto principal da casa e, juntamente com a sala de estar são as únicas divisões da casa com uso actualmente, embora este seja pontual;
- os **Quartos II e III** são quartos interiores que não possuem ventilação directa para o exterior mas sim para os espaços de circulação, Fig.2. 14 e Fig.2. 15;
- a **Sala de jantar** é a outra divisão da casa que possui uma salamandra, embora não tenha utilização, Fig.2. 16. Na parede que delimita a área respeitante à casa encontra-se um nicho rectangular na pedra, que é utilizado como um armário louceiro, Fig.2. 17. Como

foi referido anteriormente, existe também nesta sala um alçapão de acesso ao piso inferior;

- a **Cozinha**, como se pode ver na planta, encerra em si a Casa de banho II e está ligada à Despensa, e possui uma lareira sem uso, Fig.2. 18, uma vez que não existe ducto de extracção de fumo para o exterior;
- o **Alpendre** dá acesso à Sala do forno do piso inferior. Pode perceber-se nas Fig.2. 19 e Fig.2. 20 que foi construída uma parede que divide o alpendre da zona do escritório, Casa de banho I e Sala do forno e que intersecta a janela do **Quarto IV**;
- o **Escritório** é uma área construída posteriormente à data de construção da casa e é contíguo ao Quarto I, pelo que possui acesso apenas através do Alpendre.



Fig.2. 10 – Parede exterior da casa de banho 1 (vista do interior).



Fig.2. 11 – Parede exterior da casa de banho 1 (vista do exterior).



Fig.2. 12 – Porta principal de entrada na casa e acesso à sala de estar.



Fig.2. 13 – Porta de ligação entre a Sala de estar e o Corredor II.



Fig.2. 14 – Quarto II visto a partir do Corredor II.



Fig.2. 15 – Quarto III visto do Corredor III.



Fig.2. 16 – Sala de Jantar.



Fig.2. 17 – Armário louceiro da Sala de Jantar.



Fig.2. 18 – Lareira da Cozinha.



Fig.2. 19 – Alpendre e portas de ligação à Despensa (esquerda) e ao Quarto IV (direita).



Fig.2. 20 – Parede de divisão do Alpendre que intersecta a janela do Quarto IV.

Assim como foi feito para o Piso 0, a Fig.2. 21 mostra os pontos de captação das imagens anteriores.

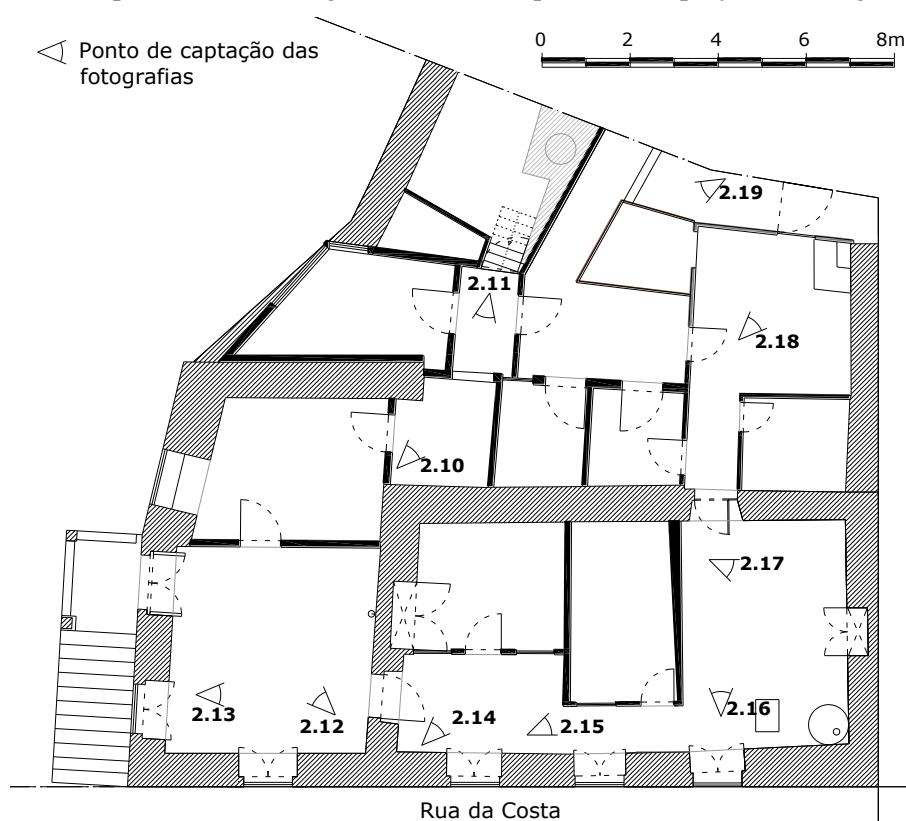


Fig.2. 21 – Planta do Piso 1 com identificação do ponto de captação e orientação das fotografias apresentadas.

2.2.4. CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA E DE GÁS

a) Abastecimento de água:

O abastecimento predial de água tem origem na rede pública e a sua distribuição no interior da habitação inicia-se no contador junto à cozinha, no lado exterior da habitação. Existe também um reservatório com equipamento de bombagem, conforme se verifica na Fig.2. 22, de modo a servir a habitação no caso de corte de água pelo município. A rede de abastecimento consiste em tubagens de

polietileno reticulado, PEX, circulando pelo Piso 0 junto aos vigamentos, estando fixo a este em alguns pontos por meio de peças metálicas.

Os aparelhos sanitários a servir são dois lavatórios, duas bacias de retrete, dois bidés, uma banheira, um chuveiro e um lava-louça.

Relativamente à água quente, esta é produzida instantaneamente por um esquentador a gás situado na cozinha, compartimento imediatamente superior à localização da bomba de água.

A identificação do traçado das condutas de distribuição de água quente e fria na habitação é bastante relevante, não só para averiguar sobre o seu estado de conservação, mas também para constituir informações capazes de ajudar no diagnóstico de patologias manifestadas na sua imediação. No entanto, uma vez que as tubagens circulam no exterior dos elementos, a percepção de patologias a elas associadas torna-se de muito mais fácil detecção e observação.



Fig.2. 22 – Sistema de bombagem de água fria para abastecimento predial.

b) Drenagem de água

A rede de drenagem de água residual é recente e constituída por tubagem e acessórios em PVC em sistema separativo. Existem três tubos de queda distintos, um para águas de sabão das casas de banho, Fig.2. 24, um segundo para recolha de águas residuais negras, Fig.2. 23, e o terceiro para recolha de águas de sabão provenientes da cozinha, Fig.2. 25. O traçado da rede pública de drenagem residual intersecta a habitação, pelo que as águas residuais provenientes destes três tubos de queda são drenadas para a rede pública ainda no interior dos limites da casa. Podemos observar na Fig.2. 26 uma caixa de visita com drenagem para a rede pública das águas de sabão das casas de banho.



Fig.2. 23 – Tubo de Queda de recolha de águas residuais negras.



Fig.2. 24 – Tubo de Queda de recolha de águas de sabão provenientes das casas de banho.



Fig.2. 25 – Drenagem das águas residuais provenientes da cozinha.



Fig.2. 26 – Caixa de Inspeção.

A rede de drenagem de águas residuais pode ver-se em esquema na planta do Piso 0 a seguir:

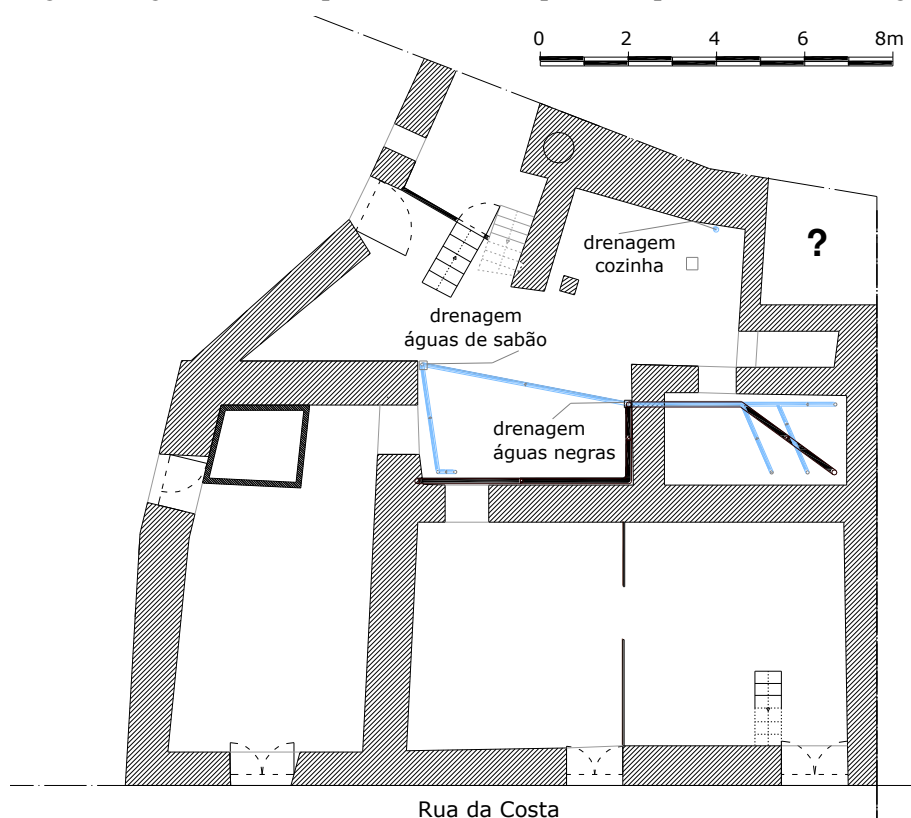


Fig.2. 27 – Planta esquemática da rede de drenagem de águas residuais domésticas.

Na rede de drenagem pluvial, a água que atinge a cobertura é drenada para caleiras rectangulares, coexistindo caleiras metálicas com plásticas, Fig.2. 28 e Fig.2. 29. Estas caleiras apresentam-se no contorno dos beirais, excepto nas áreas da fachada B ligadas à Sala do Forno e ao Quarto I. A água é colectada por dois tubos de queda de plástico que a drenam para os arruamentos adjacentes, sendo a ligação à parede efectuada por elementos metálicos, como se pode ver na Fig.2. 30.



Fig.2. 28 – Caleira rectangular metálica de drenagem pluvial, ligada a tubo de queda plástico



Fig.2. 29 – Caleiras rectangulares plásticas de drenagem pluvial, ligadas a tubo de queda plástico



Fig.2. 30 – Extremidade inferior de um dos tubos de queda, drenando directamente para o arruamento.

Segundo informação recolhida junto do utente e do empreiteiro contratado actualmente para ajustes de pequena dimensão na habitação, conclui-se não ter havido dimensionamento de nenhuma das redes de água, nem de abastecimento, nem de drenagem (residual e pluvial).

2.2.5. CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Todo o edifício é servido por energia eléctrica, incluindo as lojas do Piso 0 nas quais foram recentemente instalados cabos eléctricos para iluminação e tomadas. Os cabos utilizados nestes novos troços são de materiais actuais não inflamáveis. No entanto, no restante edifício os materiais utilizados são antigos, e nos quartos da habitação não houve nunca manutenção dos dispositivos eléctricos, pelo que ainda se baseiam em materiais originais, logo inflamáveis, constituindo um grande risco devido à elevada carga de incêndio.

Quanto às tecnologias de comunicação e informação, são presentes terminais eléctricos para conexão de telefone e de televisor com ligação satélite à TVCabo, na Sala de estar.



Fig.2. 31 - Cabos eléctricos mais frequentes na habitação.



Fig.2. 32 – Exemplo de troço eléctrico recentemente implementado.

2.3. LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO

O levantamento geométrico da habitação tem como objectivo a obtenção de desenhos que sirvam como instrumento nas fases de estudo e preparação de programa para a intervenção. O desenho não só é o meio de comunicação entre os diversos intervenientes, como é o meio mais eficaz para representação das soluções de projecto das especialidades, facilitando também o entendimento durante os trabalhos em fase de obra. Um bom desenho, sendo o instrumento de comunicação comum aos intervenientes, quando bem executado, é capaz de garantir a qualidade de um projecto [7].

Uma vez que não existem documentos ou plantas relativas ao edifício, o levantamento geométrico da habitação é de inteira responsabilidade da autora. O trabalho foi maioritariamente efectuado com recurso a fitas métricas, tendo sido utilizado um aparelho de medição a laser numa fase terminal, aquando da sua obtenção. As medidas obtidas foram tratadas com o Software AutoCad resultando nas plantas já referidas dos pisos 0 e 1, na planta da cobertura e nos alçados A e B, Fig.2. 33 a Fig.2. 37.

É de referir que, uma vez que não existe modo seguro de aceder à cobertura, o seu desenho é aproximado, usando distâncias relativas e proporções através de outras medidas conhecidas. O mesmo se aplica às áreas de telhados presentes nas fachadas e cortes apresentados seguidamente.

Após tratamento dos desenhos supracitados, e para melhor perceber o edifício, apresentam-se cortes de 4 em 4m (Fig.2. 41 a Fig.2. 47), nas direcções perpendicular e paralela à fachada A. Resultam assim quatro cortes transversais denominados por T4, T8, T12 e T16, e três longitudinais à fachada A denominados L4, L8 e L12. Nas figuras 2. 38, 2. 39 e 2. 40 estão representados os cortes referidos nas plantas do piso 0, piso 1 e cobertura respectivamente.

Uma admissão feita na elaboração destes cortes está ligada à profundidade de inserção das fundações das alvenarias. A oportunidade de verificar esta profundidade surgiu no momento de demolição de alguns elementos da habitação vizinha, que se encontra em ruína. Esta demolição foi requisito obrigatório aquando da necessidade de impermeabilização da parede comum às habitações, num passado recente, devido a infiltração de água para a habitação em estudo. Averiguou-se então que a alvenaria se estendia abaixo do solo cerca de 0,5 a 1m. Como tal, nos cortes apresentados admitiu-se que todas as cantarias têm fundação directa de 1m.

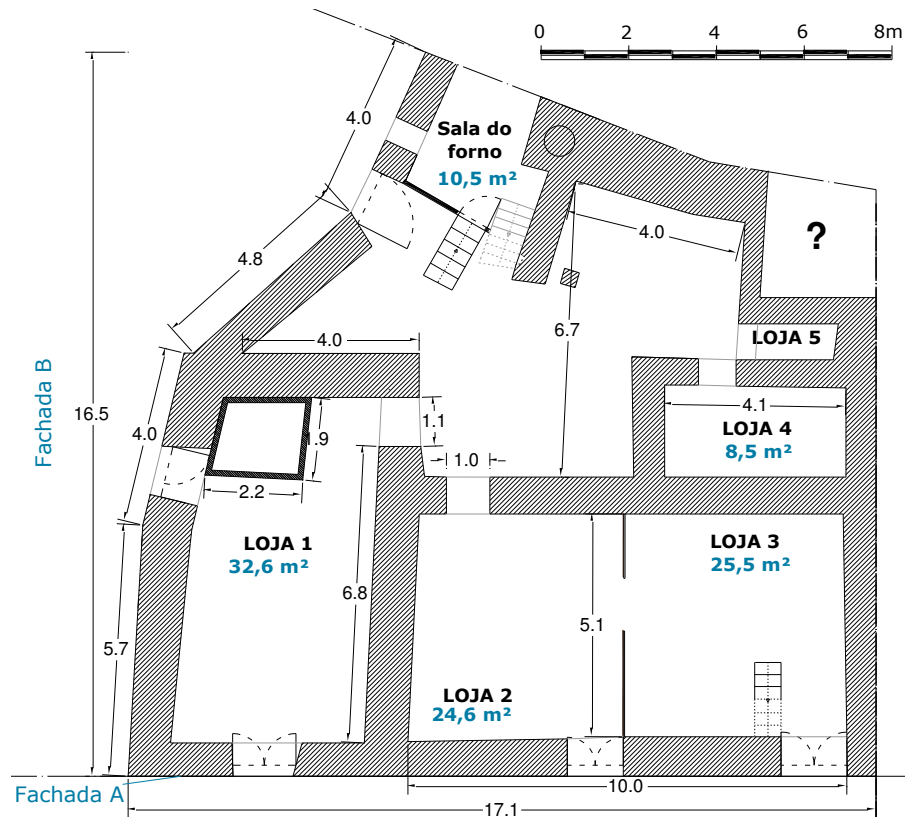


Fig.2. 33 – Planta do Piso 0 com algumas das medidas obtidas no levantamento geométrico.

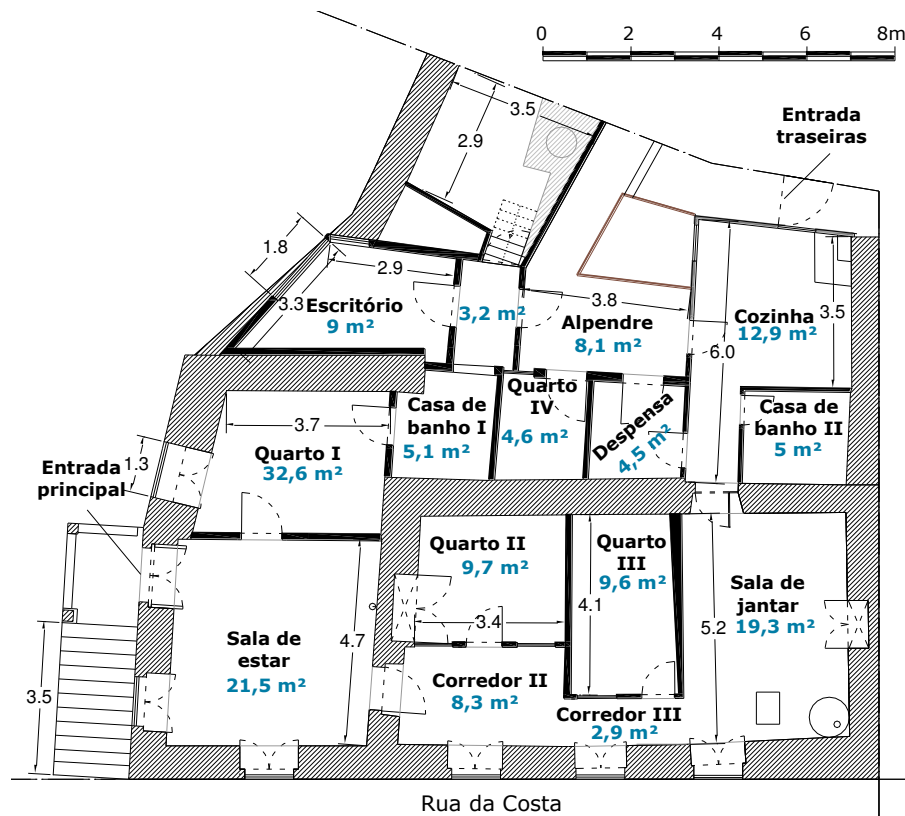


Fig.2. 34 – Planta do Piso 1 com algumas medidas obtidas no levantamento geométrico.

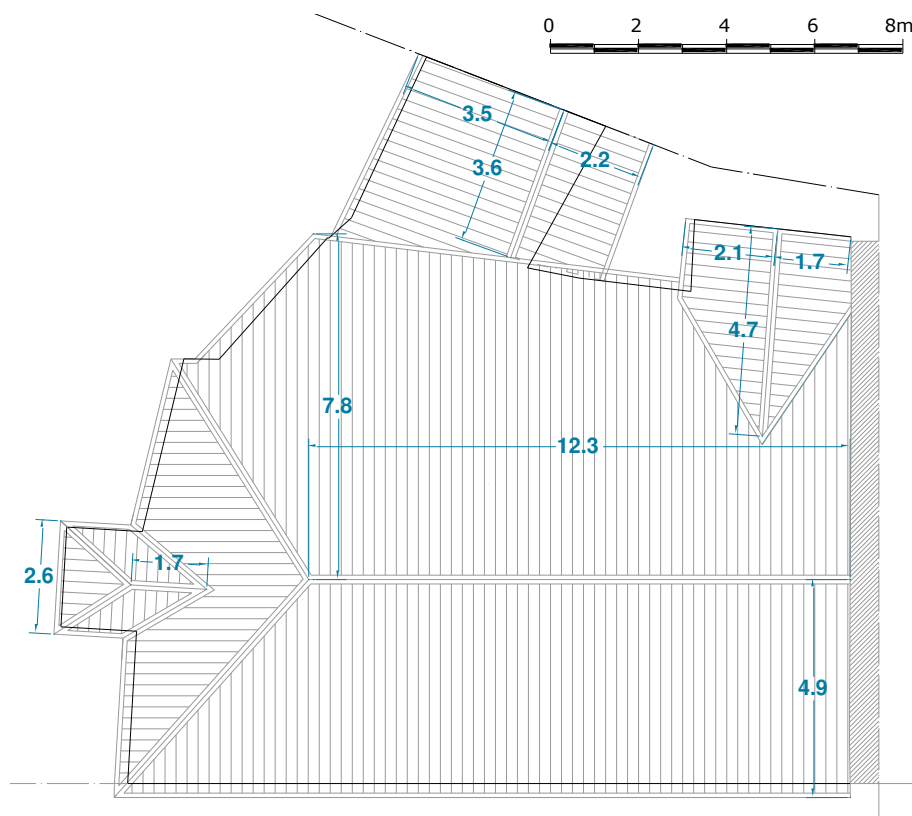


Fig.2. 35 – Planta da cobertura com algumas medidas não rigorosas.

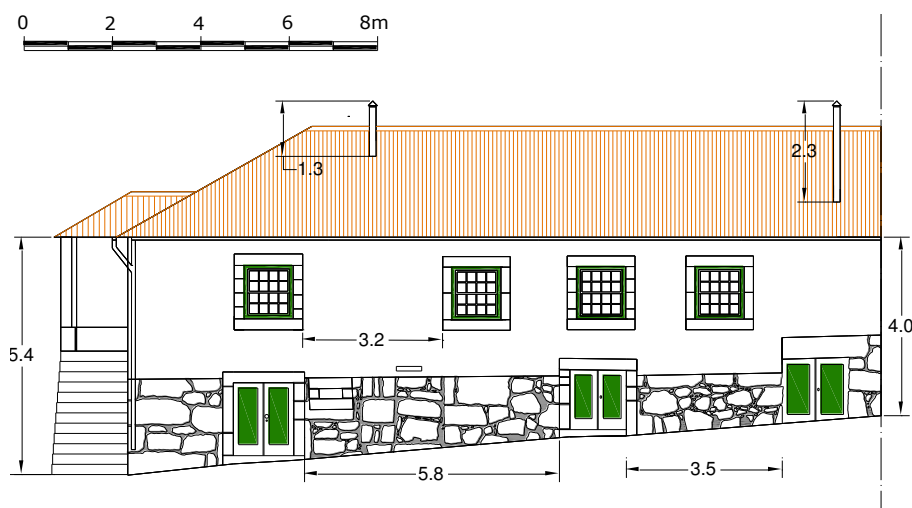


Fig.2. 36 – Alçado A com algumas medidas resultantes do levantamento geométrico.

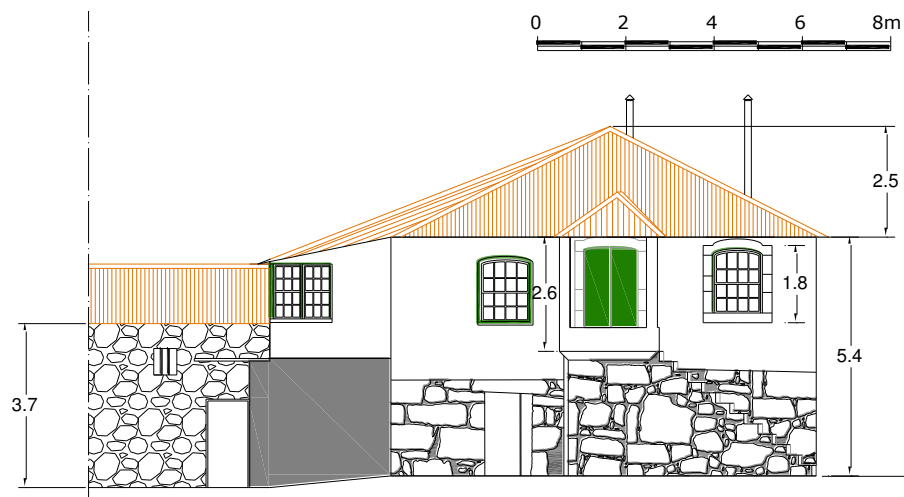


Fig.2. 37 – Alçado da Fachada B com algumas medidas resultantes do levantamento geométrico.

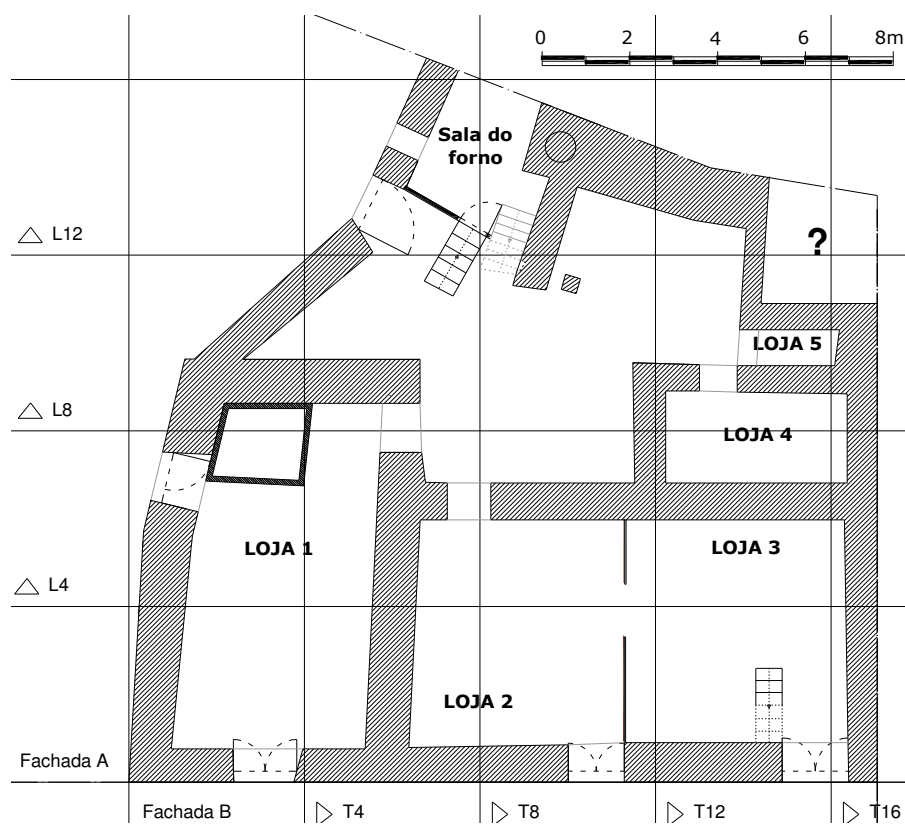


Fig.2. 38 – Esquema de cortes no Piso 0.

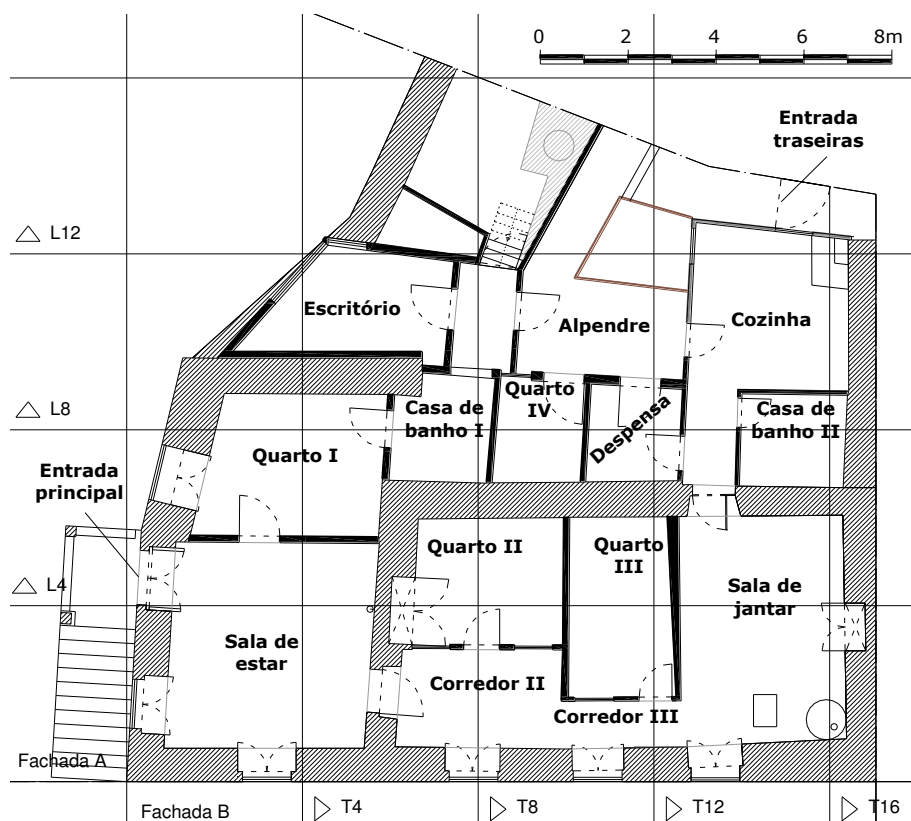
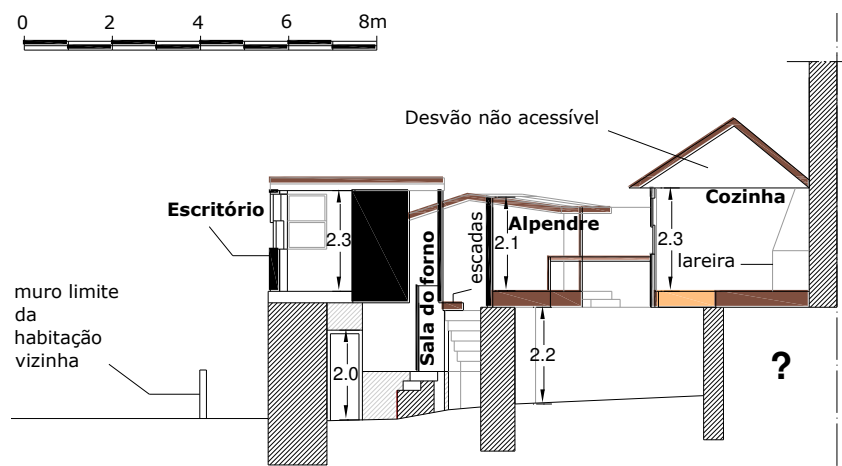
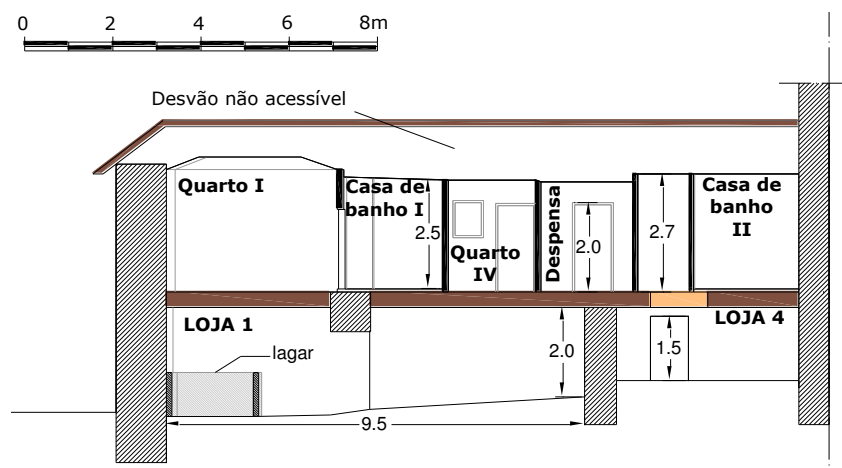
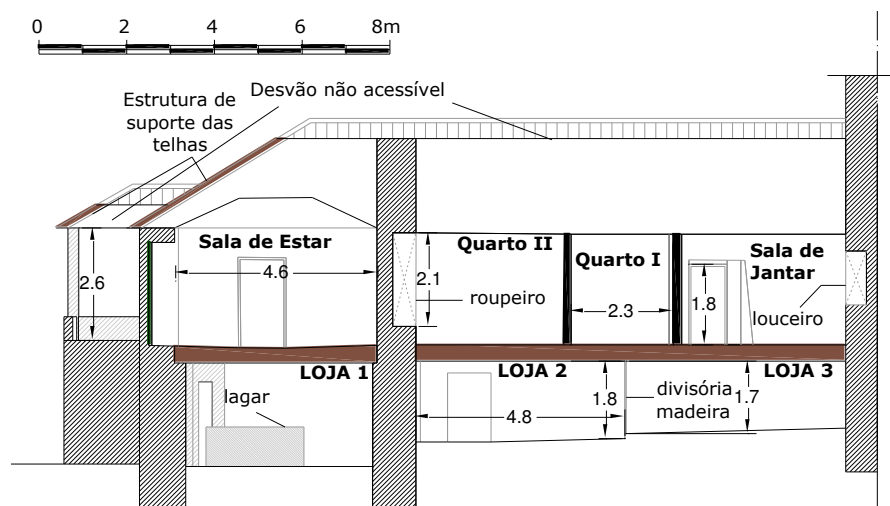


Fig.2. 39 — Esquema de cortes no Piso 1.



Fig.2. 40— Esquema de cortes na cobertura.



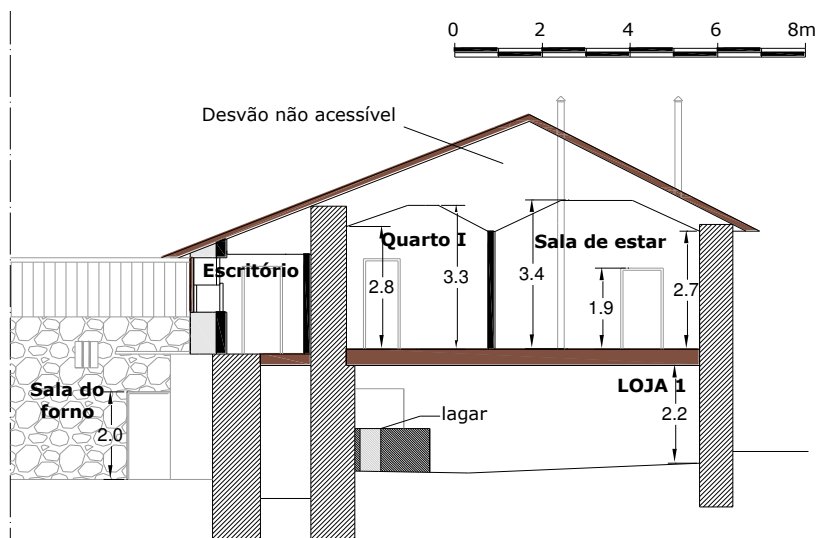


Fig.2. 44 – Corte T4.

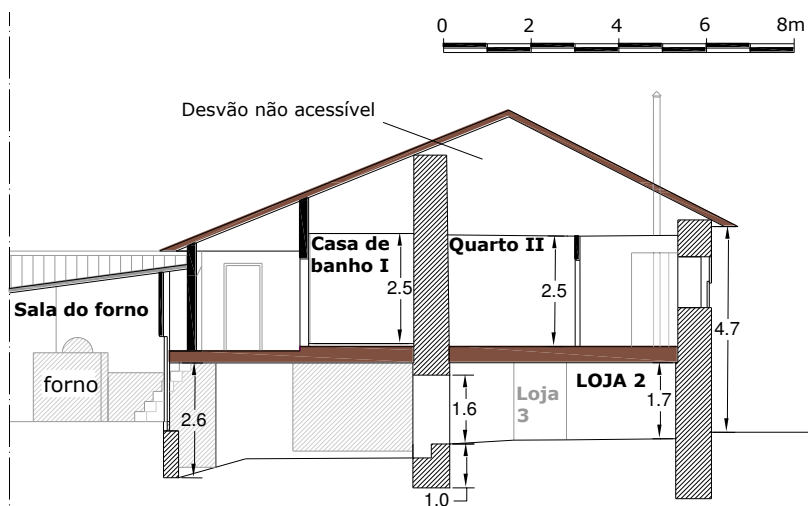


Fig.2. 45 – Corte T8.

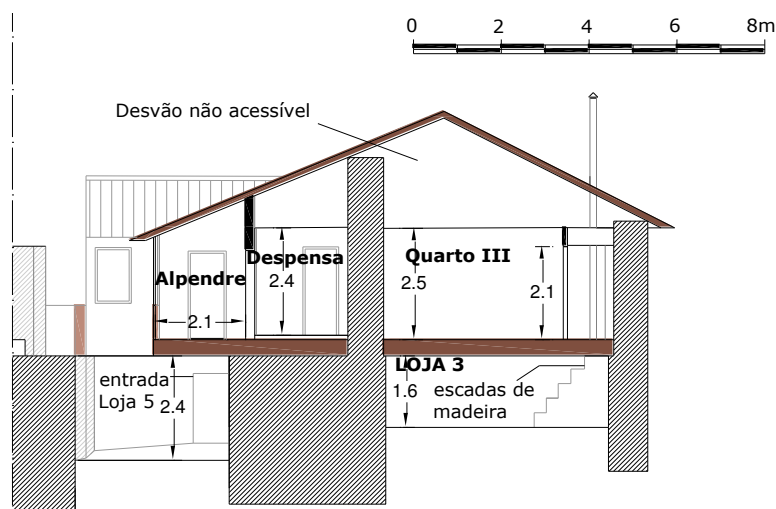


Fig.2. 46 – Corte T12.

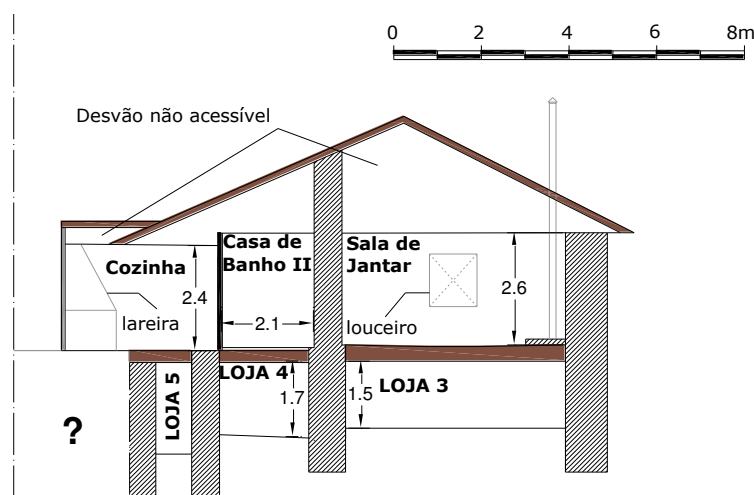


Fig.2. 47 – Corte T16.

2.4. LEVANTAMENTO CONSTRUTIVO

Através de uma analogia com o que se conhece da construção característica da época e de informação dada pelo utente e construtor local, foi possível fazer o levantamento dos materiais e tecnologias utilizadas e também do comportamento estrutural da casa.

A construção típica nesta zona do país tem como materiais base o granito, madeira de castanho e pinho, barros, colmo e, de origem posterior, as telhas mecanizadas, tijolos, cal e cimento [8].

As paredes de granito têm função estrutural dispondo-se nos limites da casa e no seu interior em paredes principais. Na sua maior parte consistem em pedras aparelhadas nas quatro faces e com a largura de toda a parede. No entanto, na zona da Sala do Forno podemos perceber que a parede não tem aparelhamento nem argamassa de ligação.

A estrutura do pavimento consiste em dois níveis de vigamentos de madeira perpendiculares entre si e forrados superiormente pelo soalho. A primeira fiada, de vigas de 30cm de diâmetro aproximadamente, é bastante espaçada e apoia-se sempre nas paredes de granito, não se tendo concluído acerca do uso de peças metálicas na ligação à pedra. Já a segunda fiada é composta por vigas de cerca de 8cm de diâmetro apoiando-se nas paredes de granito e vigas do primeiro nível, como mostram as Fig.2. 48 e Fig.2. 49. O soalho desenvolve-se perpendicularmente às vigas do segundo nível, vencendo vãos de cerca de 2m. No esquema da Fig.2. 50 podemos perceber a distribuição das vigas na planta do Piso 0.

Relativamente à compartimentação do espaço, as paredes divisórias são na generalidade de tabique, que consiste num fasquiado de madeira rebocado por argamassa de cal. Estas paredes, apesar de funcionarem como compartimentação do espaço desempenham também funções estruturais, uma vez que estabelecem ligação entre as paredes-mestras, e entre o pavimento e a cobertura, e funcionam como contraventamento do edifício em caso de sismo. No entanto, mais uma vez, não se aferiu acerca das características da ligação destas paredes às alvenarias de pedra, devido ao carácter destrutivo desta acção, supondo-se que seja feita através de peças metálicas pregadas à madeira e chumbadas nas juntas entre os blocos de pedra.

Devido à deformação natural da estrutura e desgaste dos materiais, as paredes de tabique tendem a receber cargas verticais, comportando-se por isso como paredes resistentes. No caso do edifício em análise, as paredes de tabique servem de apoio à estrutura da cobertura, visto que as linhas das asnas,

actualmente com um grau de deformação acentuado, coincidem com a linha de desenvolvimento destas paredes, nos quartos II e III.

Existem também duas paredes de tijolo, que limitam a área da cozinha. Esta divisão foi construída tardiamente devido à necessidade de espaço para esta função, uma vez que a casa em estudo e a sua vizinha eram originalmente um só fogo.



Fig.2. 48— Estrutura do pavimento do Piso1.

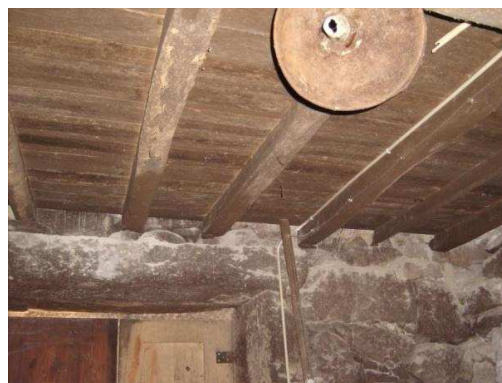


Fig.2. 49— Entrega das vigas da segunda fiada à parede de granito.

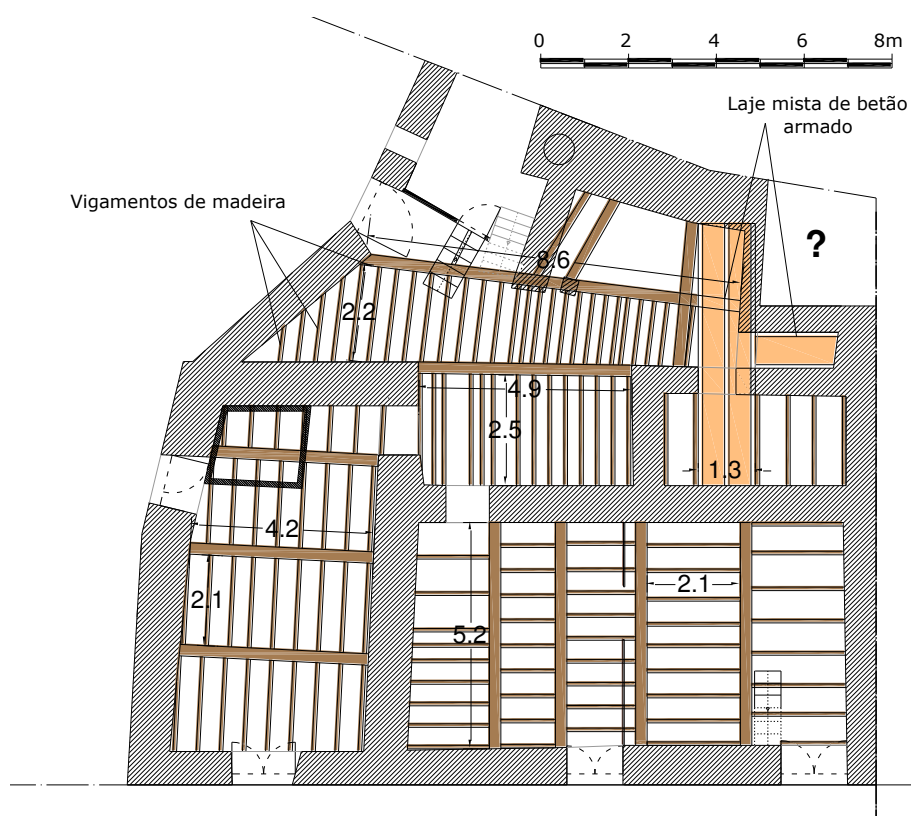


Fig.2. 50 – Esquema representativo da distribuição de vigas de apoio do pavimento.

Quanto à cobertura do edifício, esta apresenta três secções diferentes como mostrado na planta apresentada anteriormente. A estrutura principal cobre a generalidade do edifício, pois é original, sendo que existem duas outras que cobrem a cozinha, e o escritório e sala do forno, construídas mais

tarde. As três zonas da cobertura apresentam duas águas de inclinações assimétricas, como também se pode perceber pelos esquemas apresentados.

A estrutura de suporte da cobertura combina dois tipos de apoio, parede de pedra resultante do prolongamento das paredes-mestras e duas asnas de madeira suportando as águas da secção principal da cobertura. As asnas apresentam-se nas figuras 2. 51 e 2. 52 com uma geometria pouco regular e eficiente, já que:

- não têm simetria;
- o pendural surge inclinado;
- a perna da asna do lado direito não acompanha a água do telhado.

Relativamente à cobertura propriamente dita, ou telhado, neste tipo de construção existe a generalização da telha em canudo, sendo no entanto o uso da telha Marselha também muito frequente desde a sua vulgarização no mercado [8]. No caso em estudo a solução adoptada é a última, e a sua estrutura de apoio é composta por barrotes e ripas de madeira, sem guarda-pó. As ripas horizontais estão espaçadas de 36cm, distância entre apoio das telhas, e as verticais de cerca de 60cm.

Para além do uso estrutural e em divisórias, a madeira é também usada nos revestimentos de piso e tecto da habitação, varandas, portas, janelas, cancelas, rodapés e diversos outros tipos de acabamentos.

A síntese da informação recolhida sobre a tipologia construtiva presente nesta habitação encontra-se organizada no Quadro 2.1, que de acordo com os sistemas construtivos identifica o tipo de solução e material utilizado. Segue também acompanhado de fotografias para melhor compreensão.

Nas figuras 2. 53 a 2. 64 estão os esquemas de tramas nas plantas e cortes, que permitem identificar os elementos segundo o material utilizado na sua construção. Como se verifica, no piso inferior apenas a parede da Sala do forno é de tabique, sendo as restantes em blocos de pedra, prolongando-se na generalidade para o piso superior embora com espessuras menores.


















Fig.2. 51– Estrutura de apoio da cobertura: asna de madeira e parede de granito ao fundo.



Fig.2. 52– Asna de madeira da cobertura.

Quadro 2.1 – Tipo de material e solução construtiva utilizada nos diferentes elementos.

SISTEMA CONSTRUTIVO		ELEMENTO CONSTRUTIVO
Fundações	Directas Pedra	Paredes exteriores:
		- Aparelhada
		 
		- Ordinária
Estrutura	Alvenaria Pedra	
		Algumas paredes interiores
		
Pavimento	Vigas de madeira, principais e secundárias	 
		Soalho em madeira
		

SISTEMA CONSTRUTIVO	ELEMENTO CONSTRUTIVO
	Escadas pedra
	
	Escadas madeira
	 
	Cobertura madeira
	
	Tabique
	Compartimentação interior
Interior	 
	Estuque
	Revestimentos
	 

SISTEMA CONSTRUTIVO	ELEMENTO CONSTRUTIVO
	Cerâmico – casas de banho e cozinha
	
	Carpintaria madeira
Vãos	
	Rodapés madeira
	
	Revestimento de tecto
Acabamentos interiores	
	Portas/Portadas madeira
	

SISTEMA CONSTRUTIVO	ELEMENTO CONSTRUTIVO
	Caixilharia portas e janelas madeira
	
	Guardas madeira
	
	Guardas metal
	
Acabamentos Exteriores	Caixilharia madeira
	
	Moldura portas e janelas com detalhes de pedra
	

SISTEMA CONSTRUTIVO	ELEMENTO CONSTRUTIVO
	Revestimento em telha Marselha
	
Cobertura	Chaminés metálicas das Salamandras
	 
	Tubagem em PEX
Abastecimento de água	
	Caleiras e Tubos de Queda em metal e PVC
Drenagem de águas pluviais	 
	Rede de drenagem com tubagem em PVC
Drenagem de águas residuais	

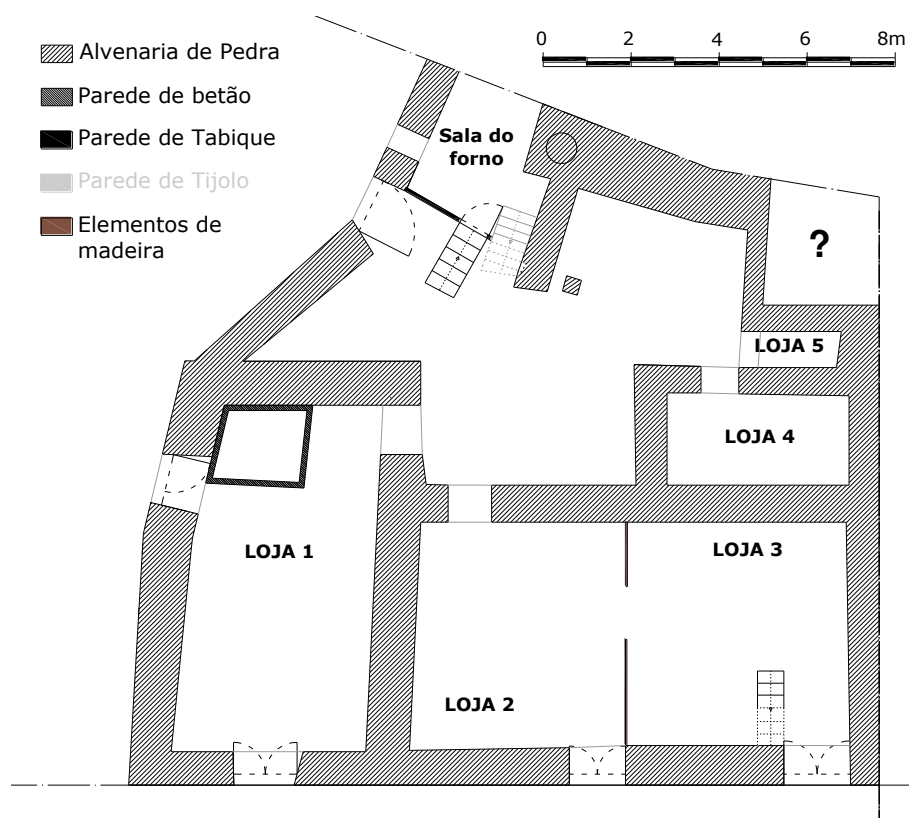


Fig.2. 53 – Identificação dos materiais utilizados no Piso 0.

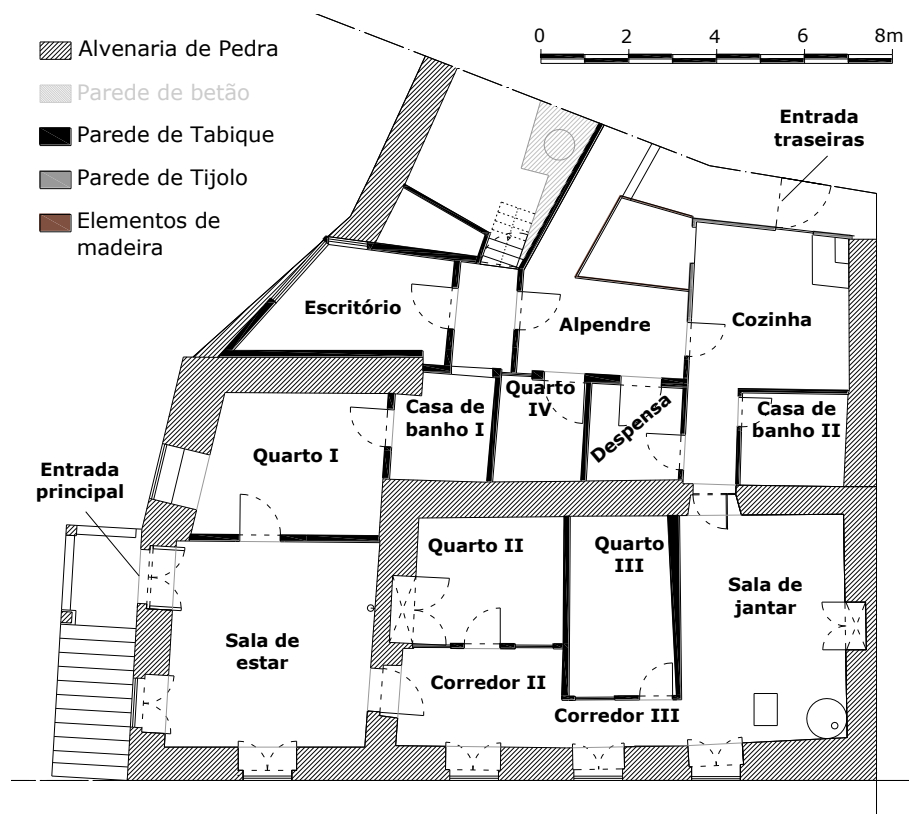


Fig.2. 54 – Identificação dos materiais utilizados no Piso 1.

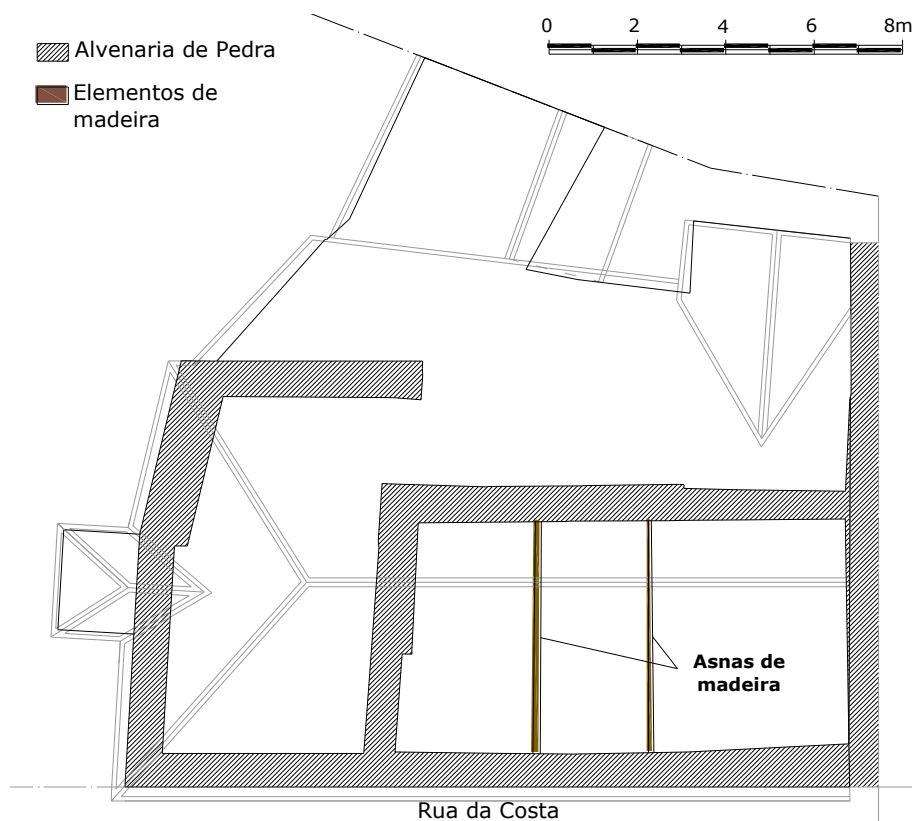


Fig.2. 55 – Identificação dos materiais utilizados na Cobertura.

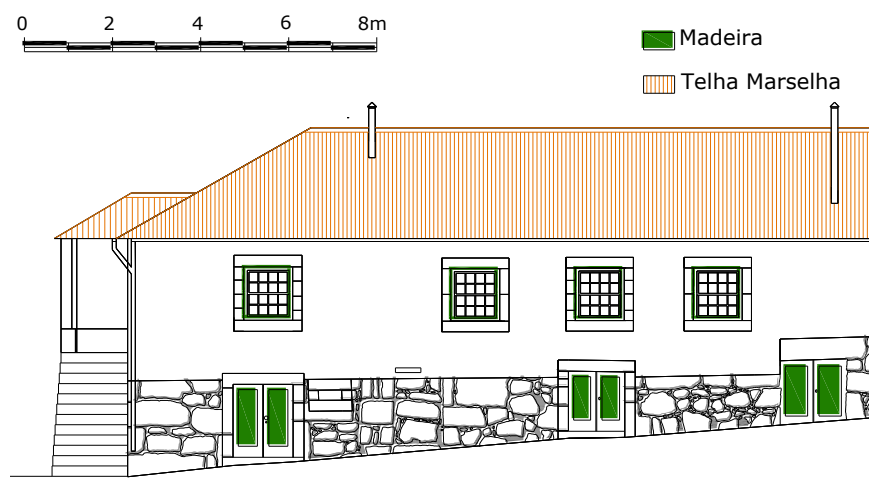


Fig.2. 56 – Identificação dos materiais utilizados no Alçado A.

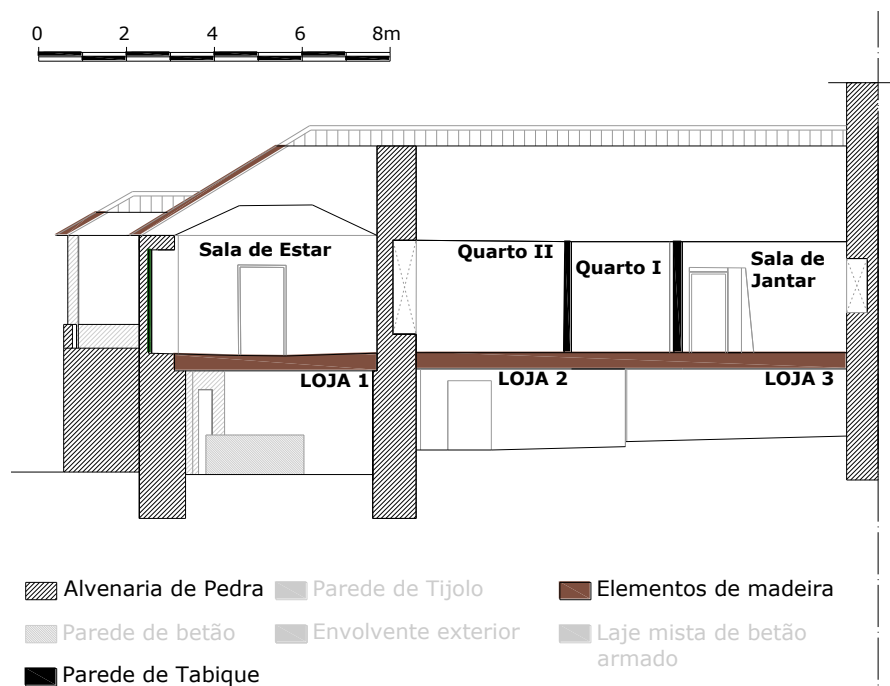


Fig.2. 57 – Identificação dos materiais utilizados no Corte L4.

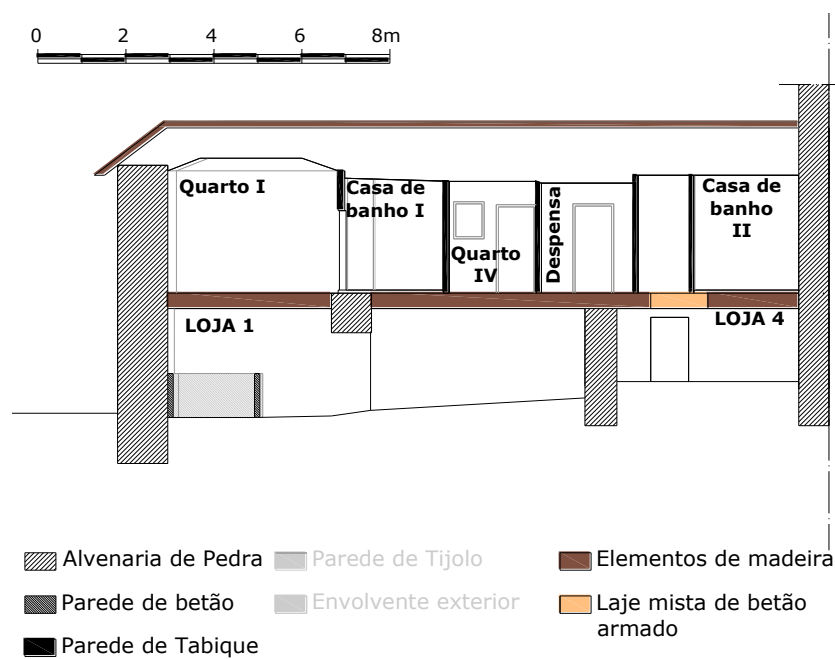


Fig.2. 58 - Identificação dos materiais utilizados no Corte L8.

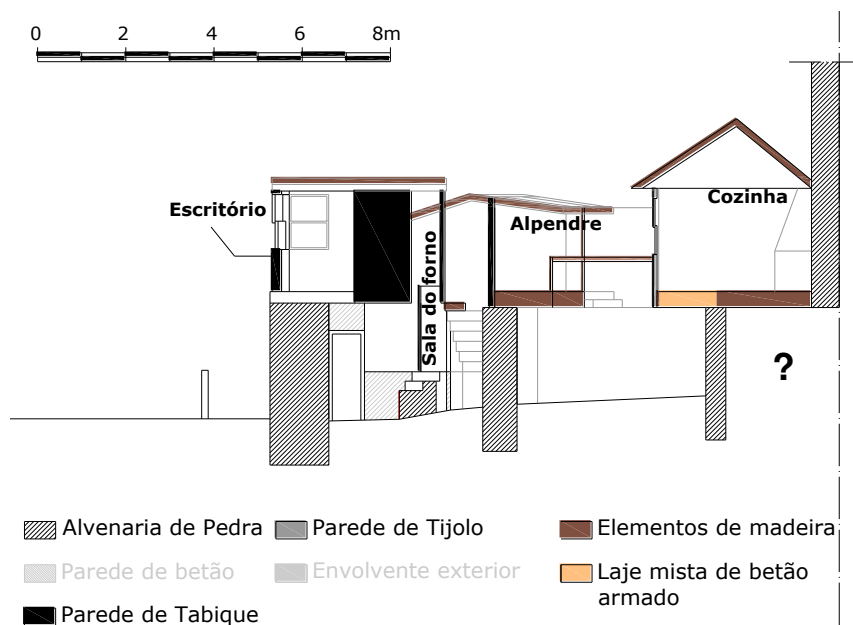


Fig.2. 59 - Identificação dos materiais utilizados no Corte L12.

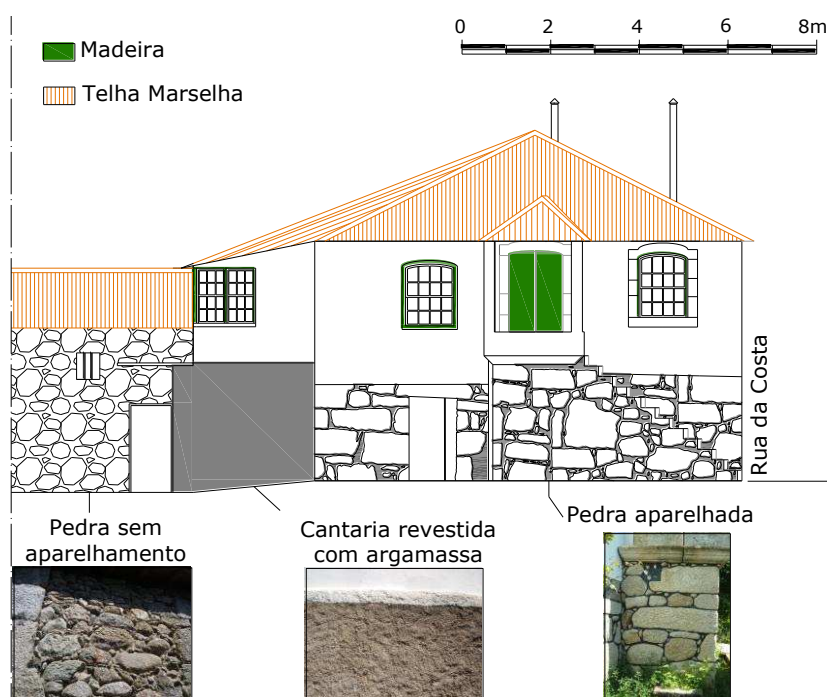


Fig.2. 60 – Materiais identificados no alçado da Fachada B.

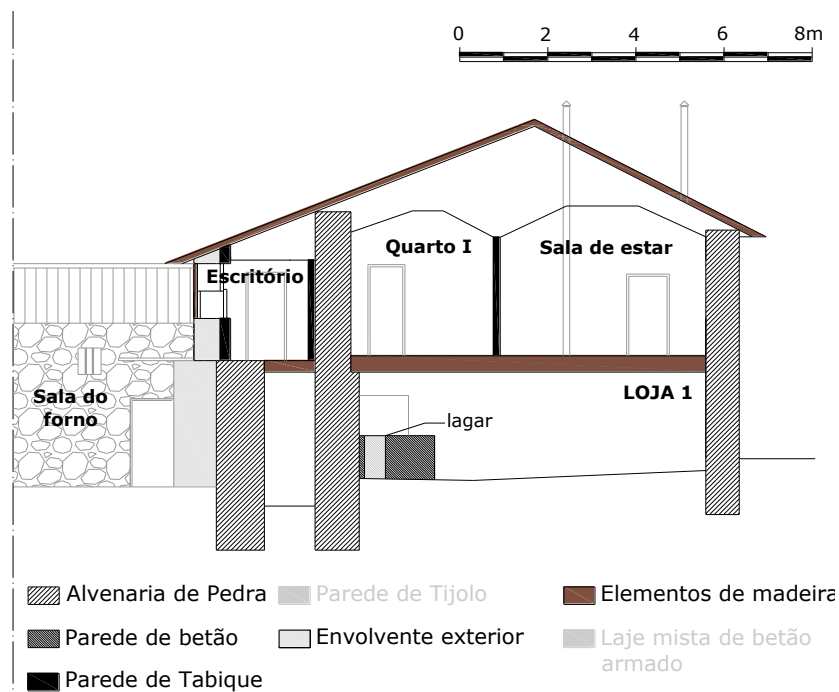


Fig.2. 61 – Identificação dos materiais utilizados no Corte T4.

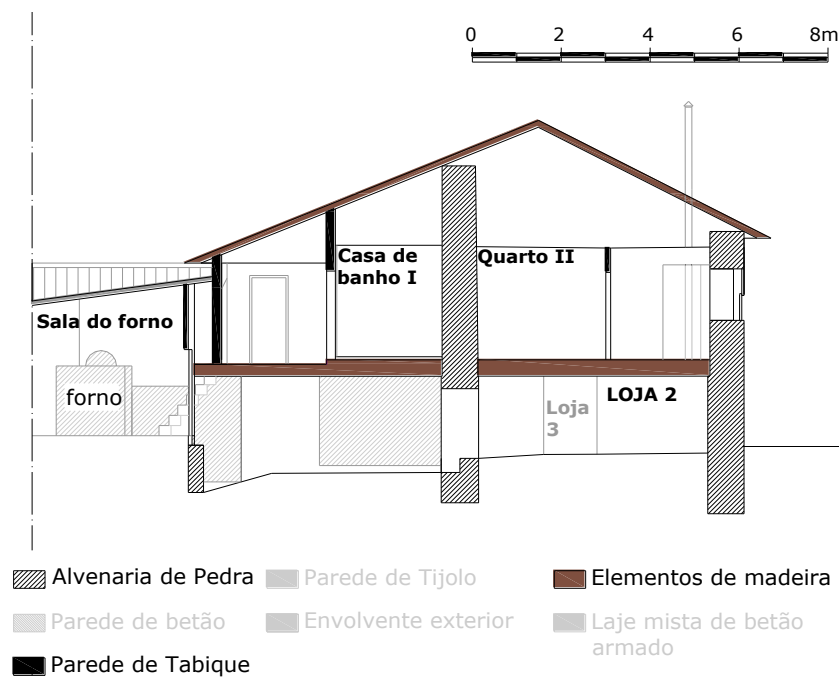


Fig.2. 62 – Identificação dos materiais utilizados no Corte T8.

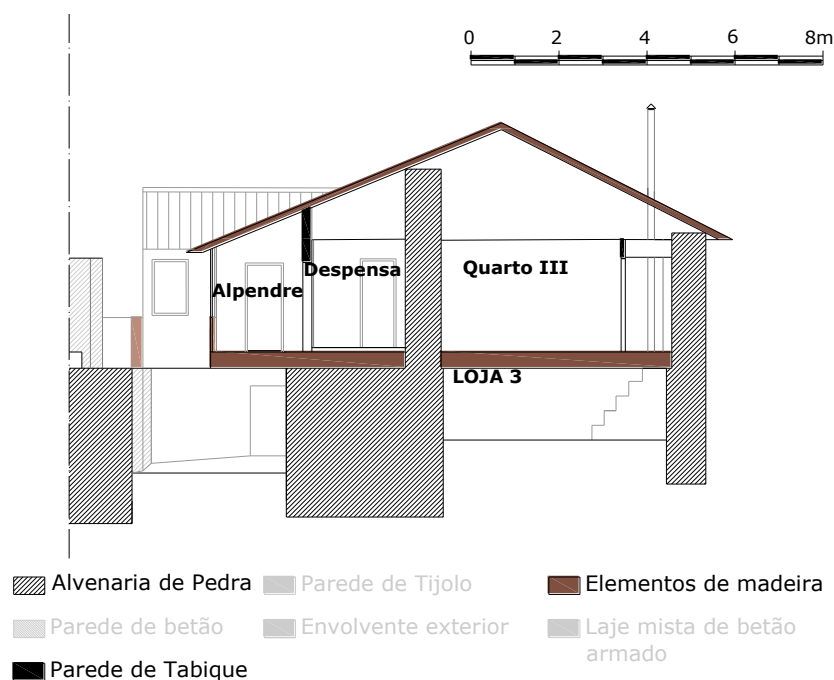


Fig.2. 63 – Identificação dos materiais utilizados no Corte T12.

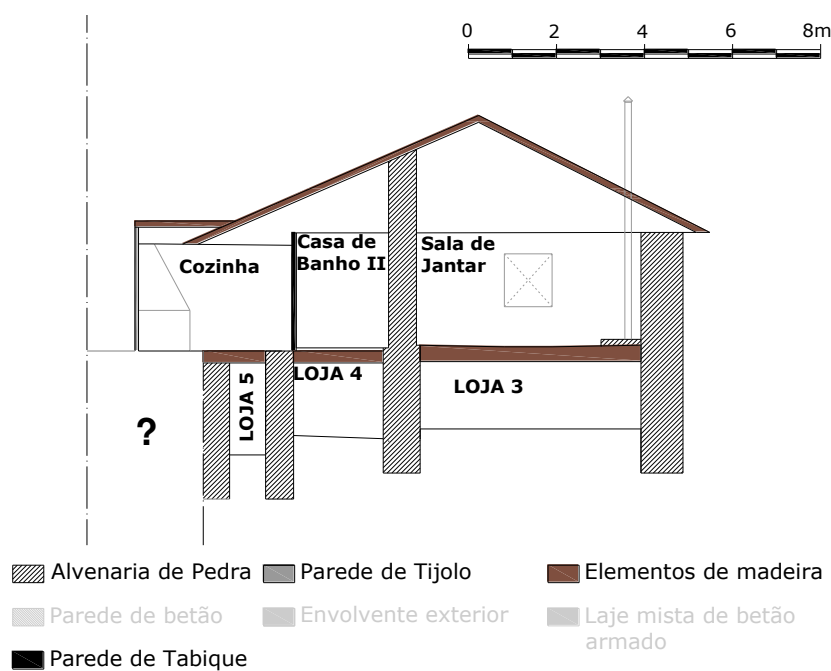


Fig.2. 64 – Identificação dos materiais utilizados no Corte T16.

A reconstituição construtiva da habitação levou ao conhecimento das tecnologias construtivas utilizadas na construção original e nas alterações que foram sendo efectuadas, como a introdução dos espaços dedicados à Cozinha e ao Escritório, a divisão de um salão em Sala de estar e Quarto I, a transformação de um quarto de arrumos na Casa de banho I, etc. A partir de então, torna-se possível recolher informações acerca das patologias que afectam os diversos elementos construtivos, e fazer correspondências nos desenhos elaborados, procurando padrões de manifestação e notando o grau de frequência com que se manifestam, por exemplo.

O reconhecimento da construção tomará assim um papel importante na análise do estado de conservação do edifício, facilitando a eliminação de diagnósticos das patologias observadas, e mais tarde a encontrar soluções de intervenção adequadas.

3

ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO EDIFÍCIO – LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS E DIAGNÓSTICO

A análise do estado de conservação da casa visa efectuar o levantamento de todas as manifestações que possam significar a não satisfação de exigências, desajustes funcionais, ou degradação dos elementos afectados. Para a caracterização das patologias segue-se o seguinte procedimento, tendo por base a inspecção visual:

- identificação do elemento afectado pela patologia em causa;
- descrição directa das manifestações patológicas – caracterização factual das manifestações visíveis;
- identificação esquemática da patologia quando necessário para compreender a sua manifestação no contexto da construção;
- fotografias da patologia.

3.1. PATOLOGIAS COMUNS EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

Em edifícios antigos baseados em construção em alvenaria de pedra e elementos interiores e cobertura em madeira, são diversas as patologias que se manifestam. Estas patologias são já bastante familiares aos utentes deste tipo de habitação antiga, sendo as que se destacam as referidas nos quatro grupos seguintes:

a) Pedra:

- desagregação granular (arenização), placas e plaquetas, resultantes de fragmentos das pedras;
- crostas negras e filmes negros, resultantes de depósitos nas pedras;
- eflorescências, resultantes da cristalização de sais solúveis;
- fissuração e fendas muito abertas, resultantes de acções externas;
- e colonização biológica [9].

b) Madeira (resultando na maior parte das vezes na perda de secção resistente):

- degradação devido à incidência de raios solares;
- degradação devido a consumo pelas chamas;
- degradação devido a insectos xilófagos;

- degradação devido a fungos de podridão promovido pelo excesso de humidade na peça;
- e, perda de resistência mecânica devido à fluência e acções externas não tidas em conta em dimensionamento [1], [2] e [7].

c) Estrutura:

- irregularidade em altura devido à diferença de rigidez entre os pisos;
- comportamento sísmico deficiente, inexistência ou deficiências de contraventamento;
- pormenores construtivos mal concebidos e/ou mal executados, levando à rotação dos apoios, deformações excessivas dos elementos ou ao escorregamento nas ligações da cobertura;
- qualidade da argamassa de ligação das alvenarias deficiente;
- entrega insuficiente dos elementos de madeira às alvenarias de pedra;
- patologias provenientes das alterações estruturais efectuadas ao longo do tempo, como o acrescento de áreas e substituição dos elementos originais por elementos modernos sem preocupação com dimensionamento e critério [1] e [2].

d) Instalações de água:

- vazamentos de água;
- pressões excessivas ou diminutas, levando a ruídos e vibrações;
- entupimentos;
- retornos [10].

3.2. PATOLOGIAS OBSERVADAS NO EDIFÍCIO EM ESTUDO





Relativamente à habitação em estudo, de modo a identificar o grau de severidade de cada anomalia, estas foram agrupadas em quatro intervalos, desde pequenas a muito grandes, com correspondência a categorias de I a IV. No Quadro 3.1 surgem os tipos de anomalia e consequente afectação no edifício. As categorias atribuídas serão utilizadas posteriormente no Quadro 3.2 para caracterizar as patologias resultantes do levantamento efectuado.






O Quadro 3.2 organiza assim as patologias encontradas por elemento construtivo, e atribui a cada uma um número de ordem e categoria de gravidade.




Quadro 3.1 – Atribuição de categoria aos diferentes níveis de consequência das anomalias.

ANOMALIAS				
	Pequenas	Médias	Grandes	Muito grandes
Nível de consequência da anomalia	Aspecto	Uso e Conforto	Saúde e segurança sem gravidade	Saúde e segurança com gravidade
Categoria atribuída	I	II	III	IV

Quadro 3.2 – Organização das patologias observadas por sistema construtivo.

PATOLOGIAS			
SISTEMA CONSTRUTIVO	ELEMENTO CONSTRUTIVO	MANIFESTAÇÕES DE PATOLOGIAS	CATEGORIA
Estrutura	Fundações	1. Não foi passível de observação.	
	Directas pedra	2. Argamassa das juntas entre pedras deficiente ou inexistente.	
			II/III
	Paredes Granito	3. Eflorescências na pedra – tom branco	
			II/III
		4. Eflorescências na pedra – tom vermelho	
			II/III
		5. Humidade	
			III
		6. Vigas de madeira degradadas devido a insectos xilófagos	
	Pavimento Madeira		IV

PATOLOGIAS			
SISTEMA CONSTRUTIVO	ELEMENTO CONSTRUTIVO	MANIFESTAÇÕES DE PATOLOGIAS	CATEGORIA
Paredes divisórias	Tabique	7. Vigas de madeira degradadas devido a consumo pelas chamas	IV
			
		8. Fissuras largas, estabilizadas ou não	II/III
			
		9. Fissuras finas estabilizadas	I
		10. Fissuras largas junto aos rodapés	II
			
		11. Manchas de humidade	III
			
		12. Manchas cinzentas	II/III
		13. Desalinhamento ou desaprumo das paredes	II/III
			

PATOLOGIAS			
SISTEMA CONSTRUTIVO	ELEMENTO CONSTRUTIVO	MANIFESTAÇÕES DE PATOLOGIAS	CATEGORIA
	Portas	14. Não homogeneidade na aplicação de reboco	I
		15. Empeno	II
		16. Não ortogonalidade da esquadria das madeiras	II
			
		17. Descascamento da pintura de revestimento	
Revestimentos	Piso	18. Soalho degradado	II
		19. ("Ranger") Ruído do soalho	II
		20. Deformação do piso	II/III
	Tecto	21. Manchas brancas	II/III
			
		22. Juntas do forro de madeira demasiado abertas	
Envolvente	Janelas		II
		23. Presença de insectos xilófagos	III
	Cobertura	24. Caixilharia de madeira degradada	I
		25. Madeira degradada por agentes biológicos	IV
		26. Estrutura deficiente	IV

PATOLOGIAS			
SISTEMA CONSTRUTIVO	ELEMENTO CONSTRUTIVO	MANIFESTAÇÕES DE PATOLOGIAS	CATEGORIA
	Telhado	27. Presença de líquenes e musgo nas telhas 	II
Abastecimento de Água		28. Não foi passível de observação.	
Drenagem de Água residual		29. Equipamento antigo, degradado e sem manutenção.	II
Instalações eléctricas		30. Equipamento antigo com risco de inflamação elevado.	III/IV
Térmica		31. Mau comportamento térmico, essencialmente durante a estação de aquecimento.	II/III
Ventilação		32. Má salubridade devido à muito fraca ventilação na generalidade dos espaços do edifício, em particular nos quartos interiores.	III
Acústica		33. Mau comportamento acústico das paredes divisórias.	I

A disposição e incidência da maior parte das patologias referidas no Quadro 3.2, que não se encontra generalizada a toda a área dos elementos construtivos que afecta, pode ser observada nas plantas das figuras 3.1 e 3.2, através da indicação em cada elemento do número da patologia. As patologias são as passíveis de anotação em desenho.

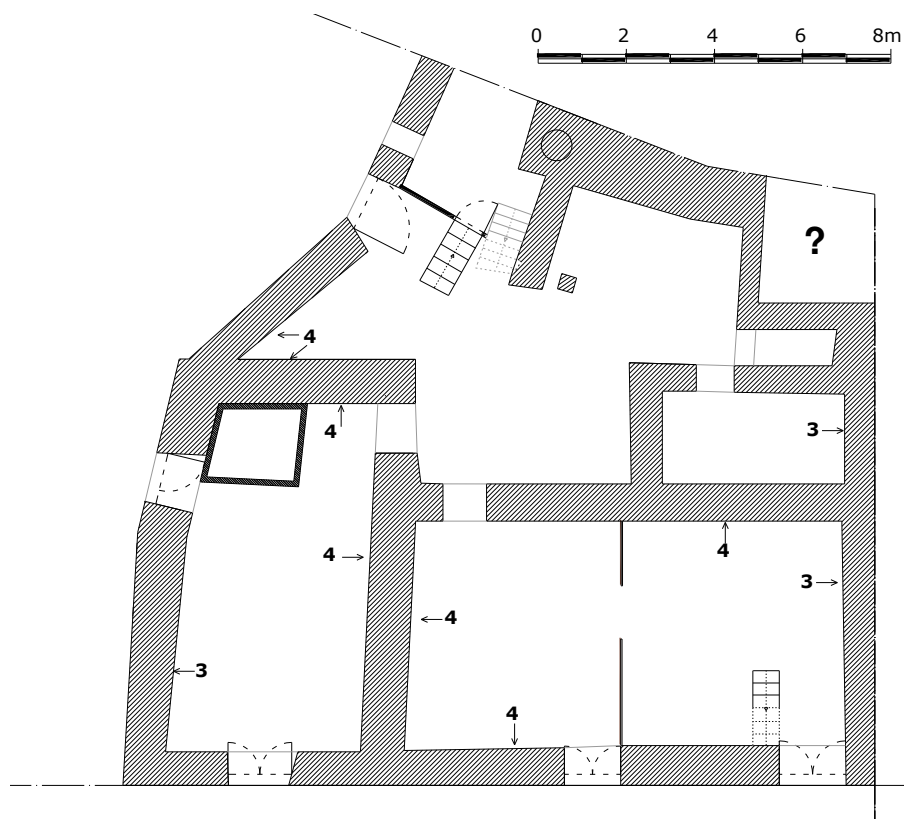


Fig.3. 1 – Incidência das patologias tabeladas por elemento construtivo, Piso 0.

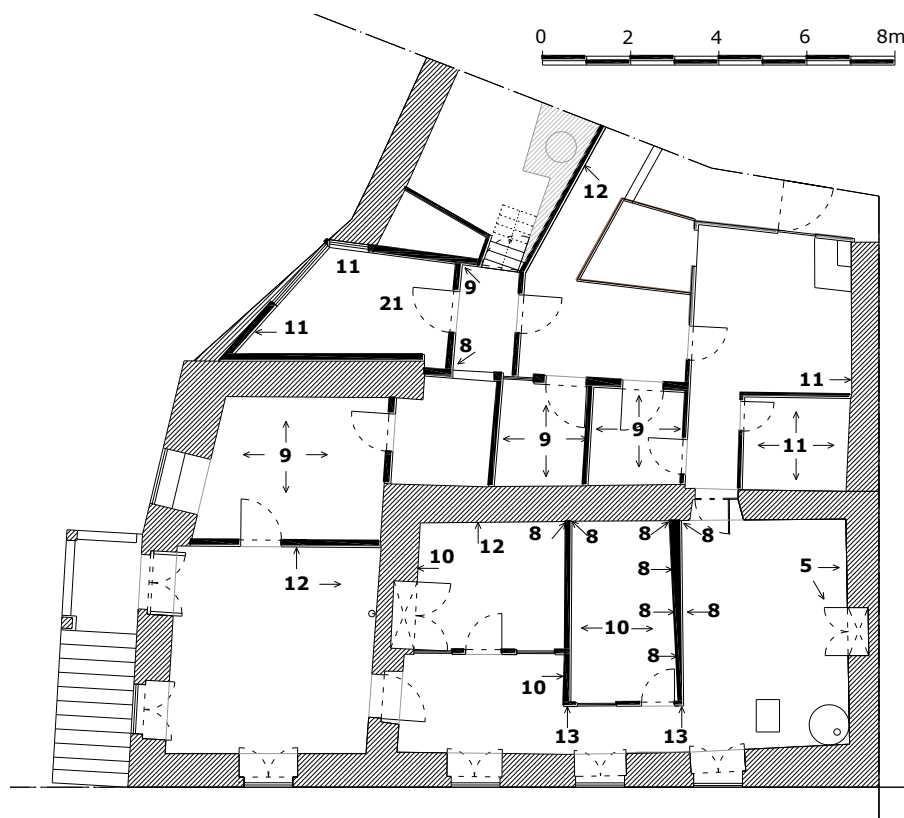


Fig.3. 2 – Incidência das patologias tabeladas por elemento construtivo, Piso 1.

3.3. DIAGNÓSTICO(S)

Após identificação e caracterização das patologias interessa fazer um exame com vários parâmetros de maneira a ser possível elaborar o(s) diagnóstico(s) das anomalias. Desses parâmetros fazem parte:

- observação visual da envolvente – verificar comportamento dos materiais e manifestações de patologias em compartimentos ou pisos contíguos;
- história – em que data surge a manifestação da patologia? Como evoluiu? Evidencia características cíclicas? Existe correspondência da manifestação com qualquer outra actividade?
- manifestações afins – Procurar por observação directa e inspecção do edifício outras manifestações que apresentem comportamento semelhante e que possam indicar o mesmo mecanismo “causa-efeito”. Este ponto é o único na análise das patologias que não permite a eliminação de diagnósticos. No entanto, permite tirar algumas conclusões importantes, no caso de fissuras por exemplo:
 - fissuração de peças estruturais por fluência apresenta normalmente simetria de formas;
 - deformação de origem térmica provoca fissuração em todo o desenvolvimento de uma parede resultando num esquema lógico das manifestações;
 - assentamentos diferenciais das fundações repercutem-se em toda a altura do edifício;
 - etc.;
- ensaios – Os ensaios surgem com o intuito de comprovar ou refutar um diagnóstico e testar hipóteses de comportamento;
- diagnóstico(s) final(ais).

Nos parágrafos seguintes procura-se detalhar a informação contida no Quadro 3.2, complementando-a com os dados recolhidos acerca de todas as patologias. Espera-se que o exame das patologias torne mais segura e sensata a escolha posterior de soluções de reabilitação.

Nas Fig.3. 3 a 3. 28 podemos observar fotografias que retratam as diferentes manifestações de patologias observadas. Em semelhança ao que foi feito em 2.1 Reconstituição da Construção, estas fotografias têm o ponto de captação apresentado nas plantas das figuras 3. 29 e 3. 30.

3.3.1. ESTRUTURA

a) Paredes de Granito

A face interior das paredes de granito apresenta essencialmente patologias relacionadas com a ausência por destacamento, ou mau estado da argamassa, infiltração de água e a manifestação de eflorescências. A penetração, transferência capilar e evaporação de soluções salinas provenientes do solo e da água das chuvas leva à cristalização de minerais dos sais dessas soluções. Quando a cristalização se dá no interior da estrutura da pedra com ciclos alternados de cristalização e dissolução, desenvolvem-se forças de cristalização que levam à desagregação granular e formação de placas e plaquetas, sem reacção química com os constituintes do granito.

Quando a desagregação granular é elevada e a cristalização dos minerais se dá à superfície da pedra surgem as chamadas eflorescências. Esta patologia manifesta-se sobretudo em paredes que se encontram húmidas, devido à ascensão capilar de soluções salinas, e na face interior dos edifícios.

As manifestações podem ocorrer sob a forma pulverulenta, como o pó branco que se vê na Fig.3. 3, sob a forma de cristais eriçados, que apresentam algum brilho devido à formação de faces nos cristais, e sob a forma de agregados “focos” [9] e [11].

Na Fig.3. 5 percebe-se a penetração de água na parede de granito. Esta humidade surge nos dias de maior precipitação, e uma vez que não circulam tubagens no seu interior, a água pode apenas resultar da falta de estanquidade da parede.



Fig.3. 3 – Manchas brancas na pedra do Piso 0, patologia 4.



Fig.3. 4 - Manchas vermelhas na pedra de uma parede do Piso 0, patologia 5.



Fig.3. 5 – Escorrência de água no interior do armário louceiro numa parede de granito exterior; patologia 6.

b) Pavimento de Madeira

As patologias 6 e 7 tratam da degradação das vigas de madeira que compõem a estrutura de apoio do pavimento. Como se percebe nas figuras 3. 6 e 3. 7, a degradação por agentes biológicos encontra-se avançada em algumas vigas, levando à diminuição significativa da secção em alguns casos. Nunca houve tratamento da madeira com insecticida ou fungicida, pelo que se torna provável a degradação cada vez mais acelerada destas peças

Na Fig.3. 8 podemos assistir a outro tipo de degradação da madeira resultante do seu consumo pelas chamas num incêndio há anos atrás. Apenas foram substituídas algumas vigas da segunda fiada, e algumas tábuas do soalho. É de realçar o facto de não se ter procurado tratar ou substituir a viga principal de apoio, que vence um vão de mais de 5m. Esta viga, como tem uma grande secção transversal de madeira maciça, apresenta elevada resistência ao fogo, pelo que os efeitos nefastos do incêndio não foram suficientes para alterar as capacidades resistentes da madeira sob a porção

carbonizada. A viga consegue assim suportar as cargas que derivam do piso superior sem ruir, apesar do seu estado de degradação exterior [12].

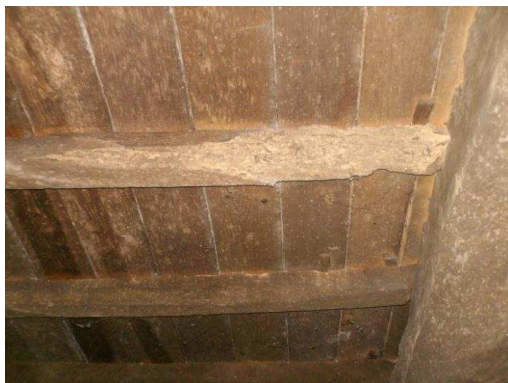


Fig.3. 6 – Viga de madeira da segunda fiada degradada; patologia 6.



Fig.3. 7 – Vigas de madeira degradadas entregues a uma parede de granito com aplicação de argamassa em seu redor; patologias 2 e 6.



Fig.3. 8 – Vigas de madeira degradadas devido a incêndio ocorrido; patologia 7.

3.3.2. PAREDES DIVISÓRIAS

a) Paredes de tabique

Relativamente às paredes divisórias de tabique estas apresentam diversas fissuras. Nos Quartos II e III pode observar-se a presença de fissuras largas na intersecção de paredes, Fig.3. 9 e Fig.3. 10. Acompanhando as fissuras na intersecção de paredes temos também o seu desalinhamento com a vertical, e também fissuras largas junto aos rodapés, Fig.3. 11.

Quanto às fissuras de reduzida abertura estas encontram-se generalizadas em todas as paredes de tabique da habitação (Fig.3. 12).



Fig.3. 9 e Fig.3. 10 – Fissura em intersecção de paredes e pano de parede inclinado; patologia 8 e 13.



Fig.3. 11 - Fissura em rodapé de parede; patologia 10.



Fig.3. 12 – Fissuras numa parede interior; patologia 9.

A parede da Fig.3. 13 é a parede da cozinha, meeira com a casa vizinha que se encontra em ruínas. Também esta manifestação de humidade coincide com os meses de precipitação intensa, sendo que a infiltração tem origem nas zonas sem argamassa onde eram feitas as entregas à parede das vigas de suporte do pavimento.



Fig.3. 13 – Manchas de humidade na cozinha, patologia 11.

A patologia 14 trata-se de uma patologia meramente estética, não influenciando o comportamento da parede. Já a patologia 12, representada na Fig.3. 15, pode não se tratar apenas de uma anomalia estética. Estas manchas cinzentas têm características que denotam a presença de fungos, podendo assim afectar a saúde dos habitantes.



Fig.3. 14 – Manchas e irregularidade do reboco, patologia 14.



Fig.3. 15 – Manchas cinzentas num dos cantos da namoradeira da janela do Quarto I, patologia 12.

b) Portas

A maior parte da caixilharia das portas desta habitação não apresenta uma esquadria ortogonal, o que leva diversas vezes ao empeno da porta ou à impossibilidade de abri-la totalmente, como é o caso da porta da Casa de Banho I apresentada na figura seguinte. Este tipo de anomalias são frequentes em edifícios antigos, não só porque a esquadria já nasce não ortogonal, mas também devido ao assentamento da estrutura ao longo do tempo.



Fig.3. 16 – Irregularidade da esquadria de inserção da porta e empeno desta; patologias 15 e 16.

3.3.3. REVESTIMENTOS

a) Piso

As patologias presentes no soalho devem-se sobretudo ao seu desgaste e deformação da estrutura em que se apoia. Este apresenta-se gasto e com indícios de ataque por agentes biológicos, como se mostra na Fig.3. 17.



Fig.3. 17 – Soalho visto do piso inferior; patologia 18.

b) Tecto

Os tectos do Piso 1 apresentam diversas patologias. No escritório o tecto encontra-se revestido por uma película branca a lembrar algodão, que indicia origem biológica (Fig.3. 18). A corrosão por caruncho está presente nos revestimentos de tecto em quase todas as divisões (Fig.3. 19).

A separação entre ripas e a deformação excessiva dos tectos são patologias relacionadas com o comportamento da estrutura da casa ao longo do tempo. Nas Fig.3. 20 e Fig.3. 21 estão exemplos destas patologias.

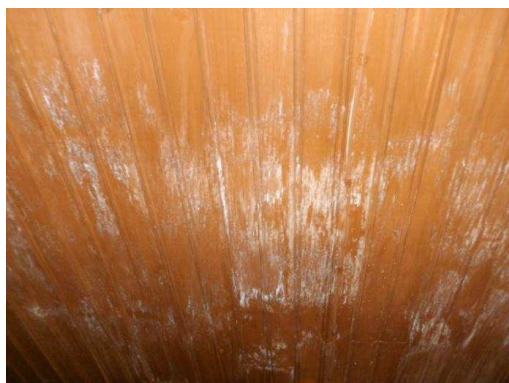


Fig.3. 18 – Manchas brancas no tecto do Escritório junto à entrada, patologia 21.



Fig.3. 19 – Separação entre as ripas de madeira do revestimento de tecto, patologia 23.

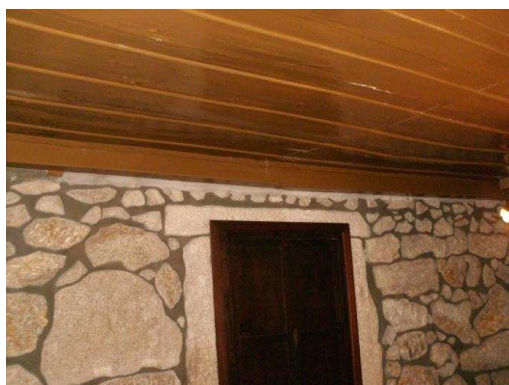


Fig.3. 20 – Deformação do tecto da Sala de Jantar.

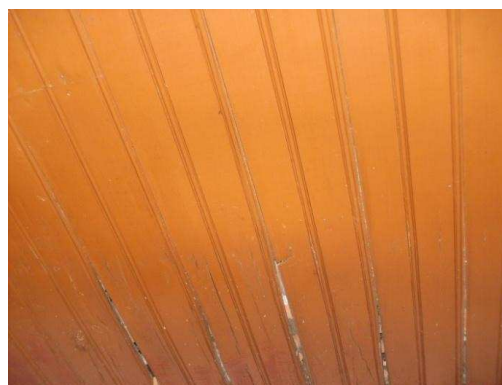


Fig.3. 21 – Deformação e presença de caruncho no tecto, patologia 22.

3.3.4. ENVOLVENTE EXTERIOR

A envolvente apresenta-se bem cuidada e sem patologias graves. Para além de manchas escuras na base das paredes de granito e da presença de alguns fungos, musgos ou líquenes, os blocos de granito estão unidos por argamassa pintada de uma cor escura e em bom estado. As colonizações biológicas surgem como resultado da humidade, e agravam-se na base da parede, não só devido à maior humidade nesta zona devido aos lençóis de água que se criam devido à precipitação, mas também porque esta zona se encontra muito tempo na sombra.

Quanto às janelas, podemos assistir à degradação das caixilharias de madeira devido às acções atmosféricas, vento, chuva, variações da temperatura, luz solar, etc. Na maior parte das janelas de guilhotina é difícil o deslizamento nas calhas da porção inferior, o que se torna um obstáculo para os ocupantes, que se encontram na faixa etária 70-80 anos.



Fig.3. 22 – Manchas escuras na base da parede de granito e presença de líquenes.



Fig.3. 23 – Caixilharia degradada; patologia 24.

3.3.5. COBERTURA

a) Estrutura

A estrutura em madeira da cobertura encontra-se também afectada por agentes biológicos, inevitável na sua idade. Para além disso, como foi referido anteriormente, é provável que não se encontre com capacidade resistente para suportar uma combinação de cargas elevadas e com direcção desfavorável.



Fig.3. 24 – Estrutura da cobertura.



Fig.3. 25 – Estrutura de apoio às telhas.



Fig.3. 26 – Estrutura de apoio às telhas com vigas degradadas.

b) Telhado

O telhado encontra-se bastante fragilizado quer ao nível da telha, quer ao nível da estrutura de suporte. Pode ver-se nas figuras seguintes a presença de musgo e líquenes, que reduzem a elasticidade da telha. Nos meses de chuva, percebe-se também que a sua quebra ocorre com frequência e muita facilidade. Para além disso, as vias de escoamento das telhas ficam obstruídas rapidamente levando à entrada de água para o desvão.



Fig.3. 27 – Presença de musgo nas telhas e vigas da cobertura; patologia 27.



Fig.3. 28 – Presença de líquenes nas telhas da cobertura; patologia 27.

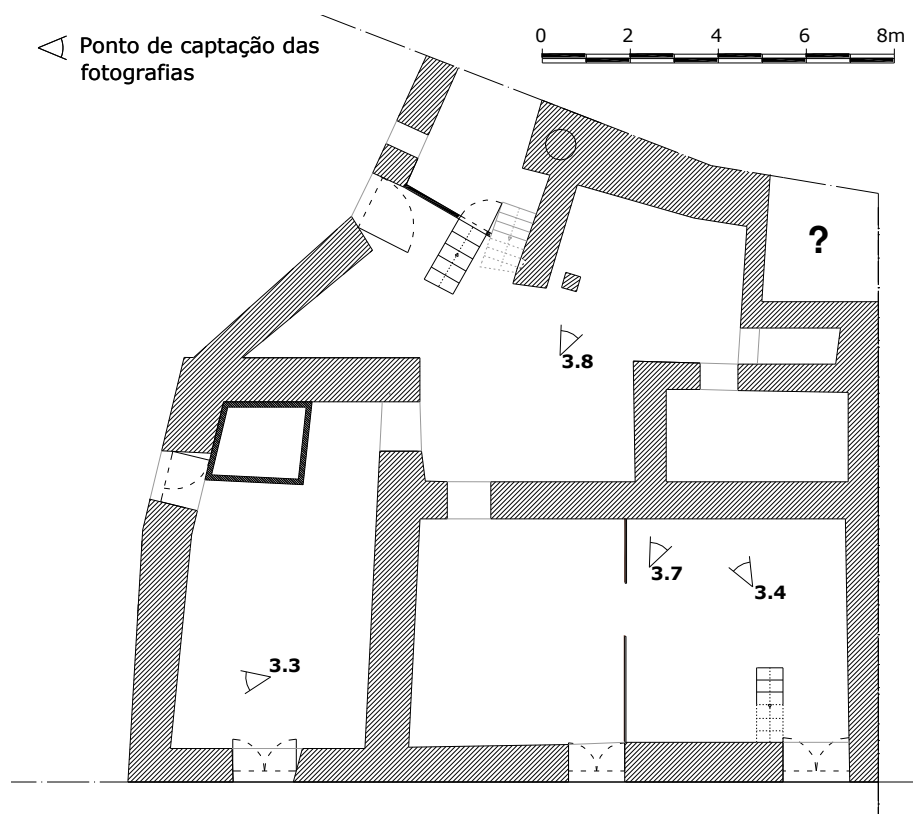


Fig.3. 29 – Ponto de captação das fotografias apresentadas, Piso 0.

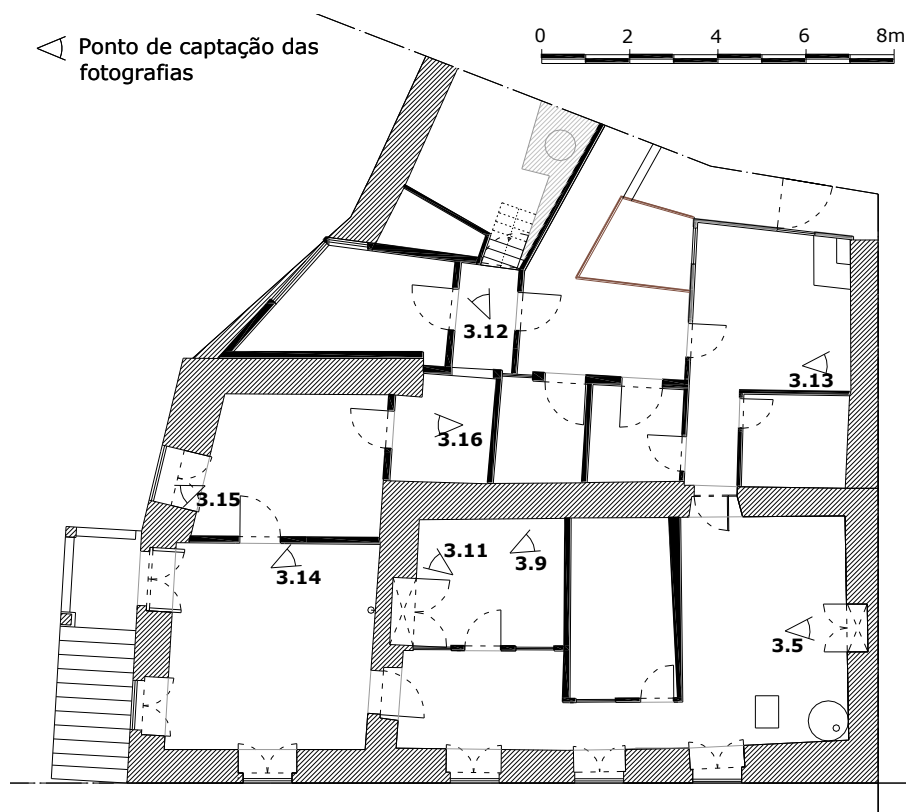


Fig.3. 30 – Ponto de captação das fotografias apresentadas, Piso 1.

3.4. CONCLUSÃO ACERCA DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO EDIFÍCIO

Através da análise do Quadro 3.2 percebemos que 9 das 31 patologias observadas são de categoria II/III e outras 9 de categoria III e IV. Ou seja, mais de 50% das patologias observadas são relevantes e merecem atenção e cuidados de intervenção. No entanto, mais importante que esta percentagem é a incidência de anomalias muito grandes em elementos estruturais de madeira, quer ao nível do pavimento, quer ao nível da estrutura. Para além disso, as patologias de categoria III estão sobretudo relacionadas com infiltrações de água, aumentando a humidade no interior do edifício e, quando combinadas com a fraca ventilação, promovem a diminuição drástica da salubridade da habitação. Um ambiente insalubre é responsável por diversas doenças respiratórias, que tanto afectam a sociedade actual. E, como tal, merece de igual modo atenção especial enquanto patologia.

Do referido podemos concluir que as anomalias passíveis de observação com maior gravidade, categoria IV, apesar de em menor número, afectam elementos estruturais, influenciando negativamente a segurança do edifício e exigindo uma intervenção urgente e duradoura. Apesar de as patologias de categoria III serem também em reduzido número, a sua eliminação afecta consideravelmente a habitabilidade do edifício pelo que possuem identicamente carácter urgente de reabilitação.

Do mencionado podemos inferir que o edifício se encontra em mau estado de conservação, com necessidades de reabilitação profundas e, em certos elementos construtivos, prementes.

4

PROGRAMA – DEFINIÇÃO DE EXIGÊNCIAS E PROPOSTA DE REABILITAÇÃO

4.1. ELABORAÇÃO DO PROGRAMA PRELIMINAR

4.1.1. EXIGÊNCIAS DE ORGANIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO

Uma vez que o edifício se destina a uma segunda habitação, por 3 gerações de uma família ao fim-de-semana e férias, as principais preocupações a nível da organização do espaço dirigem-se para quatro pontos fundamentais:

- eliminação dos compartimentos interiores, pois não possuem ventilação para o exterior nem iluminação solar directa;
- aumento das áreas dos compartimentos de modo a aproximar-se dos valores estipulados nos regulamentos actuais;
- aumento do número de compartimentos de descanso/dormir;
- aproveitamento de áreas actualmente sem uso para criação de novos espaços mais amplos para refeição e estar/reunir.

No entanto, para possibilitar a realização de um programa base e futuro projecto com a qualidade pretendida, aconselham-se as seguintes acções, que não se puderam realizar aquando do reconhecimento da construção:

- levantamento topográfico do edifício e envolvente;
- sondagem dos elementos construtivos para averiguar grau de degradação.

4.1.2. EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO

Relativamente às exigências de desempenho, o foco pretende-se nas exigências essenciais como a segurança estrutural, contra incêndios e contra a intrusão, higiene e saúde e conforto térmico e acústico.

a) Estabilidade ou Segurança Estrutural

A segurança estrutural é a exigência à qual se deve atribuir maior importância, atenção e cuidado na elaboração da proposta de intervenção. Com base no levantamento efectuado nos capítulos anteriores surge a necessidade de:

- preencher as juntas entre blocos de pedra das alvenarias de granito com argamassa adequada;

- dimensionar nova estrutura para a cobertura, mantendo o princípio das asnas de madeira descarregando exclusivamente nas alvenarias de granito;
- melhorar o comportamento às acções horizontais, se possível;
- aproximar desempenho estrutural dos requisitos actuais;
- reforçar as fundações e alvenarias de granito resistentes de modo a suportarem acréscimos de carga que porventura sejam necessários;
- substituir pavimento e elementos da estrutura de suporte quando necessário;
- usar compartimentação à base de divisórias leves.

b) Segurança contra incêndios

Os riscos de incêndio e sua propagação são particularmente graves nos edifícios antigos. De modo a acautelar a ocorrência de incêndios e diminuir as suas consequências são necessárias as seguintes directivas:

- eliminação de todos os produtos armazenados no piso inferior pois são na sua maioria facilmente inflamáveis;
- procurar usar as paredes de granito no piso superior como compartimentações corta-fogo com a colaboração de portas para o efeito;
- usar materiais de revestimento com carga de incêndio reduzida;
- reparar/substituir instalações eléctricas – causa número um de incêndios em edifícios antigos;
- reparar/substituir instalações de gás promovendo uma maior ventilação do espaço onde se encontra;
- procurar que a cobertura e caixilharia das fachadas tenha melhor desempenho ao fogo diminuindo a propagação por radiação;
- criação de caminhos para fácil evacuação.

c) Segurança contra a intrusão

Uma vez que a casa não é habitada durante a maior parte do ano é importante a sua protecção contra intrusos. Assim sendo, é importante o que se propõe seguidamente:

- trajecto até à entrada do edifício com visibilidade, quer do interior, quer do arruamento e casas vizinhas;
- reforço da protecção das portas de acesso pelo espaço público ao piso térreo e às traseiras da habitação;
- adopção de um mecanismo que incapacite a abertura das janelas do Piso I pelo exterior;
- instalação de mecanismo de detecção e alarme de intrusão com comunicação às autoridades, caso se mostre indispensável.

d) Higiene e Saúde

As deficiências mais predominantes a este nível nas habitações antigas devem-se à má qualidade do ar e presença de roedores, insectos e parasitas. Urge assim:

- aumentar a ventilação dos compartimentos e espaços de circulação;
- aumentar a iluminação natural, trazendo os quartos para a fachada do edifício, por exemplo;
- diminuir o risco de infiltrações de água através da fiscalização frequente dos elementos primários da construção. As infiltrações estão na origem da colonização biológica que afecta a qualidade do ar respirada pelos habitantes;

- aumentar a área de superfície transparente ou a capacidade de transferência luminosa dos envidraçados.

e) Conforto Térmico e Acústico

A acústica do edifício é um tema que merece cuidado apesar de, como foi dito anteriormente, este servir como habitação secundária. Não se prescinde de isolar acusticamente o pavimento e tectos para diminuir a propagação de sons de percussão entre compartimentos, e aéreos entre pisos, num nível de qualidade médio. Deve também isolar-se as novas paredes divisórias para maior conforto, sem dirigir demasiados esforços para este campo, uma vez que o orçamento para a obra é reduzido.

Quanto ao conforto térmico este deve ser bastante melhorado. A quantidade de energia que se pode poupar no Inverno com aquecimento cobrirá em alguns anos os gastos na reabilitação térmica do edifício. Não se pretende porém perder totalmente a capacidade de manter a habitação a temperaturas reduzidas no Verão, sendo necessário assim encontrar um equilíbrio.

Assim, o conforto térmico da habitação pode ser melhorado através de:

- isolamento térmico do pavimento do Piso 1;
- isolamento térmico da cobertura;
- isolamento térmico das paredes exteriores;
- substituição dos materiais de vedação das juntas entre vidro e caixilharia ou substituição total das janelas;
- manter e calafetar portadas de madeira interiores, que funcionam como um isolante térmico devido ao espaço de ar existente entre estas e o envidraçado;
- bom isolamento térmico das paredes de compartimentação de modo a diminuir as perdas de calor para compartimentos contíguos aquando da ocupação por apenas um ou dois habitantes.

f) Durabilidade

Pretende-se o uso de materiais de construção de fácil manutenção e limpeza, uma vez que a casa permanece desocupada por longos períodos de tempo.

g) Custos

O limite de orçamento disponível é de 100.000 euros, ou seja, cerca de 160€/m².

A informação detalhada no programa encontra-se organizada no Quadro 4.1 com referência ao tipo de intervenção e grau de alteração que cada elemento construtivo mencionado poderá sofrer.

Quadro 4.1 – Resumo do programa preliminar apresentado.

RESUMO PROGRAMA PRELIMINAR			
ELEMENTO CONSTRUTIVO	GRAU DE INTERVENÇÃO	TIPO DE INTERVENÇÃO	ACÇÕES
Fundações	Média	Restauro	Reforço Estrutural

RESUMO PROGRAMA PRELIMINAR			
ELEMENTO CONSTRUTIVO	GRAU DE INTERVENÇÃO	TIPO DE INTERVENÇÃO	ACÇÕES
Paredes Exteriores	Média	Reabilitação	Tratamento Hidrófugo
			Reforço Estrutural
			Eliminação de patologias da pedra
			Impermeabilização
			Preenchimento das juntas no interior
Pavimento Piso1	Grande	Substituição parcial e Reabilitação do soalho	Abertura/Preenchimento de Vãos para eliminar portas de entrada do edifício e abrir novos corredores no interior.
			Tratamento Anti-fogo
			Tratamento fungicida e insecticida Nova solução de revestimento de piso
Cobertura	Profunda	Demolição e substituição	Novas asnas
			Telhas novas
			Realização de estrutura de suporte ao revestimento de tecto Execução de forro
Paredes Divisórias	Grande	Demolição Parcial e substituição	Substituição de paredes interiores a demolir por divisórias leves
			Substituição de paredes exteriores a demolir por paredes de tijolo
			Reparação de paredes de tabique a manter
Tecto	Profunda	Substituição Total	Tratamento fungicida e insecticida
Janelas e Portadas	Profunda	Substituição e Reparação	Manutenção das portadas
			Substituição das janelas
Portas	Média	Demolição parcial	Eliminação das portas de paredes a demolir
			Manutenção das portas nas divisórias a manter
Revestimentos e Acabamentos	Grande	Substituição Parcial	Novo revestimento de parede
			Reparação/Substituição rodapés
Instalações eléctricas	Profunda	Reabilitação	Substituição por materiais não inflamáveis
			Aumentar potência eléctrica

RESUMO PROGRAMA PRELIMINAR			
ELEMENTO CONSTRUTIVO	GRAU DE INTERVENÇÃO	TIPO DE INTERVENÇÃO	ACÇÕES
Instalações de gás	Ligeira	Reparação ou Substituição	
Instalações hidráulicas	Média	Reabilitação	Introdução novos troços Reabilitação de troços existentes
Pavimento Piso 0	Grande	Reabilitação	Nivelamento do piso Pavimentação

4.2. PROPOSTAS DE REABILITAÇÃO – PROGRAMA BASE

Como referido anteriormente, é importante a reabilitação dos edifícios antigos recorrendo a metodologias de intervenção que não somente a preservação das fachadas e demolição total das estruturas internas. A intervenção de conservação do edificado traz vantagens económicas e de sustentabilidade, uma vez que produz menos resíduos de construção e se apoia na reciclagem dos elementos. Assim, procedeu-se à elaboração de um projecto de reabilitação, pois não é fundamental demolir e construir de novo com materiais e técnicas modernas.

Deste modo, a norma ISO 13 822, relativa à avaliação de estruturas existentes, promove o princípio da intervenção estrutural mínima, preservando sempre que possível o funcionamento estrutural original e utilizando soluções de reforço que não o alterem e que sejam reversíveis [2].

Também nas recomendações do ISCARSAH (ICOMOS), International Scientific Committee on the Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage, podemos ler que “o valor de cada construção histórica não está apenas na aparência de elementos isolados, mas também na integridade da construção específica do seu tempo e local”, devendo-se por isso “respeitar a concepção e as técnicas de construção originais” e, acerca da aplicabilidade da regulamentação e prática profissional actuais, deve-se “adoptar uma abordagem mais flexível e mais abrangente para as estruturas antigas para mais claramente relacionar as medidas de intervenção com o comportamento estrutural real e preservar o princípio de intervenção mínima” [2].

Existem também especificações relativas às áreas mínimas úteis para cada função de uso da habitação, e relativas à funcionalidade, flexibilidade e acessibilidade para a concepção de habitações. Segundo o RGEU, Regulamento Geral das Edificações Urbanas, toda “a execução de novas edificações ou de quaisquer obras de construção civil, a reconstrução, ampliação, alteração, reparação ou demolição das edificações e obras existentes e bem assim os trabalhos que impliquem alteração da topografia local, dentro do perímetro urbano e das zonas rurais de protecção fixadas para as sedes de concelho e para as demais localidades sujeitas por lei a plano de urbanização e expansão subordinar-se-ão às disposições do presente regulamento” [1].

No entanto, é importante reflectir sobre até que ponto faz sentido a aplicabilidade das directivas existentes. Relativamente ao princípio de intervenção mínima, este deve ser tido em conta em cada passo dado no processo de elaboração de projecto de intervenção. Porém, não é necessário manter este princípio com rigidez, uma vez que o edifício em estudo, apesar de antigo, não se encontra numa área de interesse cultural nem tão pouco apresenta características a valorizar como património arquitectónico defendido pelas recomendações do ISCARSAH. Neste caso, é aceitável a adopção de

medidas de intervenção de segundo grau, quando for economicamente mais interessante e se estas forem exequíveis. O objectivo de reabilitação da edificação em estudo não é de todo coincidente com o objectivo de preservação dos edifícios de valor histórico. Acima de tudo, o interesse passa por preservar a segurança estrutural do edifício e adequá-lo ao uso e conforto pretendidos para as habitações da sociedade actual, pelo que não faz sentido manter a todo o custo as suas características e técnicas de construção originais. É necessária a adopção de uma postura flexível e crítica na escolha das metodologias de intervenção, sendo aceitáveis algumas medidas de carácter intrusivo.

Quanto à aplicabilidade do RGEU, segue-se uma linha de pensamento semelhante. Se ao intervir na habitação fossem aplicadas todas as disposições descritas no regulamento, a sua organização teria de ser totalmente alterada e, para além da descaracterização profunda do edifício, seria necessário um orçamento demasiado elevado, desajustado do objectivo primário do Dono de Obra. Contudo, podem ser efectuadas algumas alterações de carácter arquitectónico, procurando elevar a salubridade do edifício e procurar passagens de mais rápida evacuação do edifício em caso de incêndio. Segundo o artigo 60º do Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação “A licença ou admissão de comunicação prévia de obras de reconstrução ou de alteração das edificações não pode ser recusada com fundamento em normas legais ou regulamentares supervenientes à construção originária, desde que tais obras não originem ou agravem desconformidade com as normas em vigor, ou tenham como resultado a melhoria das condições de segurança e de salubridade da edificação”, o que elimina totalmente a obrigatoriedade de cumprimento do exigido pelo RGEU.

Assim, foi elaborada uma proposta para a nova organização do espaço. Esta proposta procura conciliar os pontos de vista das diferentes especialidades (arquitectura, estrutura, instalação de rede de águas residuais, segurança contra incêndio, etc) e o maior aproveitamento possível do existente, conforme a doutrina de defesa de valores como a sustentabilidade e intervenção mínima. As plantas do Piso 0, 1 e cobertura seriam então as apresentadas nas figuras 4. 1, 4. 2 e 4. 3.

Seguidamente discutem-se algumas das opções de intervenção passíveis de aplicação ao edifício em estudo. Procura-se sempre que possível respeitar requisitos como a eficácia e eficiência, levando à adopção de soluções que permitam o cumprimento do maior número de objectivos propostos com elevado rendimento e o mínimo custo possível, compatibilidade com o existente, máxima durabilidade e reversibilidade das soluções para as principais exigências do programa preliminar a cumprir.

4.2.1. REABILITAÇÃO DO PISO 0

No Piso 0 o estado de conservação da alvenaria é o que exige maior atenção por parte do Projectista. O intuito de nivelar o piso para posterior pavimentação, implica o movimento de terras, sendo que algumas zonas necessitam de escavações de cerca de 1m de profundidade, comprometendo a estabilidade das alvenarias, uma vez que as suas fundações têm em alguns pontos profundidade de apenas 0,5m. Deste modo, será necessário o reforço das fundações com recalçamento vertical. Esta acção será executada com escavação intercalada de troços de cerca de 1,5m de largura e profundidade, abaixo do existente, equivalente à altura de terra que se pretende retirar adicionando a espessura do pavimento a introduzir [13]. Por exemplo, se o pavimento exigir uma espessura de 15cm e se em determinada área com pé-direito de 1,6m se pretender um pé-direito de 2,65m, é necessário escavar e preencher 1,05+0,15m, ou seja 1,2m abaixo da fundação original, repondo posteriormente a altura de pavimento final. Outras técnicas de reforço de fundações como execução de estacas não fazem sentido numa obra de intervenção desta dimensão e orçamento, pelo que não foram sequer ponderadas as suas condições de aplicação.

No entanto, para viabilização desta acção sem risco de desmoronamento das alvenarias, será necessário averiguar a sua resistência e, a ser conveniente, reforçar as paredes através da introdução de peças metálicas que aumentem a sua resistência e coesão, procedendo previamente à limpeza das pedras e preenchimento das juntas entre estas com argamassa de capacidade resistente adequada ao seu uso e compatibilidade com o material que irá unir.

Pretende-se um pé-direito de 2,65m nas Lojas 1, 2 e 3 e na zona junto à Sala do forno, e de 2m nas Lojas 4 e 5, uma vez que servirão apenas para armazenamento de produtos e equipamentos agrícolas, não compensando economicamente os trabalhos de reforço e movimento de terras. A área entre a entrada da Loja 2 e entrada da Loja 5 terá 2,4m de pé-direito, com execução de patamares e degraus, como demonstrado nas propostas de plantas, de modo a não haver transição brusca entre as zonas de pé-direito diferente.

Relativamente à limpeza da pedra para eliminação de manifestações patológicas, como as eflorescências do lado interior, e presença de organismos e crostas negras no exterior, esta deverá ser acompanhada de actuação sobre a causa da anomalia. Para isso, é necessário tratar as humidades ascensionais e melhorar a ventilação no interior das lojas.

As técnicas de tratamento de humidades ascensionais, têm na sua maioria consequências no aspecto das paredes. De entre estas técnicas destacam-se a ventilação da base das paredes através de valas periféricas ventiladas, a execução de corte-hídrico, a electro-osmose, a instalação de drenos periféricos e a ocultação de anomalia, sendo que esta não consiste verdadeiramente uma técnica de tratamento [14] e [15].

A electro-osmose é uma técnica de reduzida eficácia e a instalação de drenos periféricos afecta profundamente o aspecto das paredes, e só é exequível no caso do nível freático se situar abaixo do limite das fundações. Assim, estas opções são automaticamente excluídas.

Relativamente à segunda técnica mencionada, teríamos três opções, redução da secção absorvente utilizando espessura de ar como corte hídrico, excluída pela dificuldade de materialização, utilização de barreiras estanques, excluída devido à aplicabilidade apenas em alvenarias com juntas regulares e por afectar significativamente o aspecto da fachada, e, aplicação de produtos hidrófugos. A injeção destes produtos é normalmente mais eficaz que a difusão, e tem bons resultados quando a barreira é contínua em toda a espessura da parede, apresentando bons resultados também contra a infiltração de humidade devido à precipitação.

A ventilação da base das paredes é um processo ainda em estudo, não se conhecendo por isso as consequências da sua utilização e resultados relativos à sua eficácia.

Da discussão conclui-se que o método de tratamento das humidades ascensionais susceptível de aplicação no caso em estudo será a impregnação das paredes de granito, na sua totalidade, através da injeção de produtos hidrófugos.

Quanto ao pavimento, adoptar-se-á uma solução usual de betonilha de regularização, consistindo numa laje de pavimento térreo armada com malha-sol, terminando na aplicação de betonilha. Esta opção poderá ter espessuras de 10 a 15cm.

As acções de intervenção no Piso 0 são então as seguintes:

- limpeza da pedra por via húmida, seca ou mecânica, conforme a maior eficácia sem agressão do granito [16];
- remoção das escadas de madeira da Loja 3;
- reforço das alvenarias nas zonas de risco de colapso na fase de escavação;

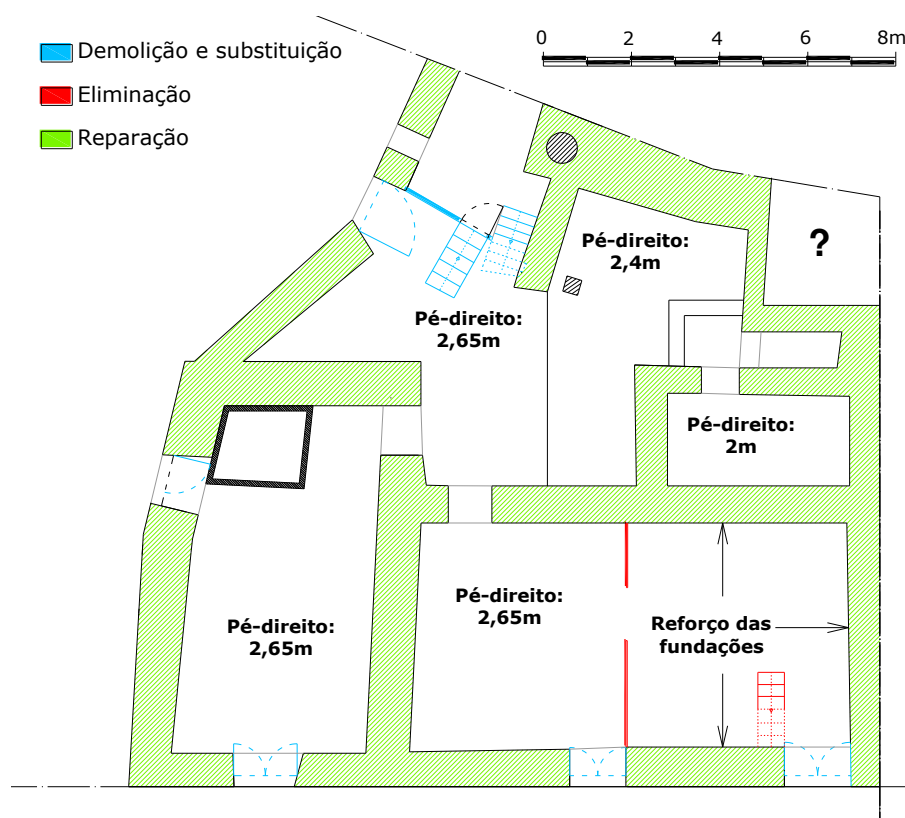


Fig.4. 2 – Programa base para o Piso 0.

4.2.2. REABILITAÇÃO DO PISO 1

As acções de reabilitação no Piso 1 afectam todos os elementos construtivos, desde o pavimento de madeira e soalho ao revestimento de tecto. Pretende-se neste piso eliminar as anomalias que afectam o comportamento estrutural do edifício e incrementar o conforto e a salubridade da habitação.

Aplicando o princípio de intervenção mínima, a solução de estrutura de apoio ao pavimento deverá ser mantida. Após averiguação do estado de conservação dos vigamentos de madeira e das entregas à alvenaria de pedra, deverão ser substituídas as peças degradadas com perda de secção resistente acentuada, reparadas as peças com degradação superficial, revistas as ligações entre vigas e, impermeabilizadas as áreas de entrega dos vigamentos à parede de pedra.

A reparação das peças de madeira em estado de conservação que lhes confira capacidade de permanecer em uso, deverá ser efectuada através de impregnação com material fluido de consolidação que promova melhoramento das suas características físicas e mecânicas. A utilização de resinas epoxídicas, apesar da irreversibilidade, poderá ser uma solução aceitável, devido ao uso frequente neste tipo de anomalias, mas poderá também utilizar-se um polímero termoplástico como uma resina acrílica, conforme o praticado pelo Empreiteiro [17]. Convém também a aplicação de retardador de fogo e de primário anti-caruncho e anti-fungo.

Relativamente ao soalho, este será totalmente tratado e nivelado de modo a ser possível a aplicação superior de um novo piso flutuante com revestimento semelhante ao existente em soalho de madeira, de modo a proteger o Piso 1 térmica e acusticamente. Convém referir que se pretende que o piso seja uniforme, propondo-se por isso a utilização de dispositivos de elevação do soalho nas zonas secas, visto que nas zonas húmidas o seu revestimento terá maior espessura. Esta opção surge em detrimento

do rebaixamento do pavimento em zonas húmidas devido ao carácter mais intrusivo que esta acção teria, obrigando ao rebaixamento de todas as vigas já existentes nestas zonas.

Na zona de habitação propriamente dita, será necessária a demolição das paredes divisórias dos quartos II e III, parede entre a Despensa e Quarto IV, duas paredes entre o Alpendre e o Escritório, e paredes da Sala do Forno. A demolição deverá ser executada por meio de elementos mecânicos ou outros que se adequem melhor ao desejado, tendo o cuidado de não danificar os elementos a manter. Após esta acção recomenda-se a picagem das paredes de granito e do reboco das paredes de tabique a preservar, para análise do seu estado de conservação e posterior adopção de medidas de reparo da estrutura, se se concluírem necessárias.

As alvenarias de granito serão então limpas e revestidas com reboco após a abertura do vão entre a Sala de estar e a zona dos quartos. Igualmente, as paredes de tabique e tijolo indicadas para manutenção serão alvo de restauro e cobertas com nova camada de reboco e pintura.

Para abertura do novo vão, indicado na planta da figura 4. 4 de entrada no novo corredor, agora interior, de acesso aos quartos, recomenda-se que esta esteja a uma distância da parede de tabique de ligação ao Quarto I não inferior a 10cm, e que a sua largura seja não inferior a 80cm. Aquando da abertura do vão, será imprescindível um bom escoramento e possivelmente a introdução de um perfil metálico ou viga de betão na padieira da porta, oculta por material semelhante ao utilizado na restante área da parede. O vão original será fechado através do aparelhamento de blocos de pedra semelhantes aos originais, podendo os blocos retirados na abertura servir para o efeito no caso de se encontrarem em bom estado.

Seguidamente, proceder-se-á ao isolamento térmico pelo interior da parede da envolvente exterior, devido ao mau comportamento actual de Inverno e, procurando melhorar o não tão mau comportamento de Verão. Este isolamento quer-se contínuo, cobrindo todas as áreas em contacto com a envolvente exterior para evitar perdas de calor, e consistirá numa camada de XPS com 60mm de espessura, com estrutura de suporte de madeira ou metal, e revestimento interior de placa de gesso ou de madeira. O isolamento pelo interior tem diversas vantagens no comportamento térmico de Inverno, principalmente por eliminar as perdas térmicas através da alvenaria espessa de granito, diminuindo com isso os gastos com aquecimento. A maior desvantagem no facto de o isolamento ser interior decorre do corte brusco de temperatura do ar interior e da parede de granito. Este choque de temperatura pode levar à descida dos valores internos da pressão de saturação da parede, aumentando assim a probabilidade de esta igualar a pressão do vapor de água que atravessa a parede, e provocar a sua condensação. No entanto, uma vez que a casa em estudo é uma segunda habitação, este fenómeno deixa de ter relevância face aos ganhos que se pode obter diminuindo as necessidades de aquecimento [18].

Ao isolarmos termicamente a parede e o soalho, torna-se inevitável a melhoria térmica das janelas, uma vez que apresentam um coeficiente de transmissão térmica, U , muito elevado, cerca de $3,7 \text{ W/m}^2\text{°C}$, que diminuiria em grande escala o efeito procurado. Esta melhoria pode consistir de uma das seguintes metodologias de intervenção:

- conservar caixilharia existente substituindo o vidro por um outro com baixa emissividade;
- introdução de uma segunda caixilharia interior, conseguindo uma melhoria para um U inferior a $2,3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ se a distância entre janelas for superior a 5cm;
- substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia;
- escolha de um vidro com características solares especiais;
- reparação da protecção interior, portadas.

Para o caso de estudo, a protecção interior é uma mais valia pois é eficiente na diminuição da transferência térmica, devido ao espaço de ar que existe entre esta e a caixilharia. No entanto, existem maneiras de melhorar o comportamento térmico das janelas, e das opções supracitadas conclui-se que as mais adequadas sob o ponto de vista térmico são a introdução de uma segunda caixilharia, a substituição da caixilharia existente, ou a alteração da protecção por uma com mais baixa permeabilidade ao ar.

De modo a preservar a coerência estética da habitação, pode substituir-se a caixilharia por uma nova de madeira de vidro duplo e preferencialmente giratória, devido à maior facilidade de manuseamento por parte dos habitantes. No entanto, a solução que parece vir a apresentar melhores resultados, sem alteração do aspecto da envolvente, será a introdução de uma segunda caixilharia e reposicionamento mais interior da protecção existente, ou sua substituição por uma protecção moderna, como venezianas horizontais, localizada entre as duas janelas. Deste modo, podem conciliar-se as soluções, adoptando a primeira para as janelas da Cozinha, e a segunda para as janelas que interrompem a alvenaria de granito.

Quanto à nova compartimentação, esta será executada por meio de divisórias leves pré-fabricadas, garantindo um conforto acústico mínimo, uma vez que não é uma exigência essencial ao uso e conforto de habitabilidade, tendo em conta o uso do edifício como segunda habitação.

Na zona do Alpendre e Escritório, pretende-se a demolição e recuperação dos elementos verticais como indicado na planta, e o prolongamento do pavimento do escritório até à parede exterior da Sala do forno, recorrendo a novos vigamentos de madeira com espessura equivalente aos utilizados actualmente, cerca de 8cm. A parede da Sala do forno de acesso às lojas, deixará assim de ter pé-direito duplo e será substituída por parede de tijolo 11 de pé-direito simples. As escadas desta divisão serão totalmente demolidas e substituídas por opção semelhante com estrutura em madeira. A parede de tabique comum à zona do Alpendre, será também demolida e substituída por parede de tijolo de 11.

Na zona demolida da Despensa, Quarto IV, Escritório e Alpendre, prevê-se o uso para a nova Sala de Jantar e zona de lazer, ficando esta zona fechada para o exterior com recurso a paredes de painéis envidraçados substituindo a guarda varanda actualmente existente.

As acções de reabilitação do Piso 1 consistirão assim das seguintes etapas:

- decapagem das paredes a manter para análise do estado de conservação e posterior tratamento – a sondagem dos elementos construtivos é muito importante para eliminação de anomalias ocultas;
- abertura de vão na Sala de estar como indicado na planta;
- oclusão do vão original na parede de granito de acesso à zona de quartos;
- remoção de todo o equipamento sanitário da Casa de banho II, incluindo todas as tubagens e acessórios que existam de ligação;
- remoção das tubagens e acessórios de ligação sanitária à Casa de banho I e seu redimensionamento;
- remoção e substituição total da rede eléctrica com aumento de potência do quadro eléctrico;
- demolição das paredes indicadas e sua substituição por parede de tijolo no caso de paredes exteriores e divisórias leves no caso das paredes interiores;
- manutenção do pavimento e nova solução de soalho, mantendo o nivelamento constante do piso e adoptando solução impermeabilizante nas zonas húmidas;
- substituição das janelas da Cozinha e Escritório por caixilharia de madeira com vidro duplo e dispositivo de oclusão nocturno exterior;

- reparação da caixilharia de madeira das janelas a manter;
- implementação da segunda caixilharia de madeira, com 5cm de distância mínima à caixilharia original, e reposicionamento da portada interior sempre que necessário;
- isolamento térmico das paredes exteriores com opção de gesso cartonado ou revestimento de madeira;
- implementação dos equipamentos da nova Casa de Banho;
- instalação das novas redes de abastecimento e drenagem de água, prevendo máquina lava-louça e de lavar roupa na cozinha;
- execução de parede envidraçada na área indicada na planta respectiva.

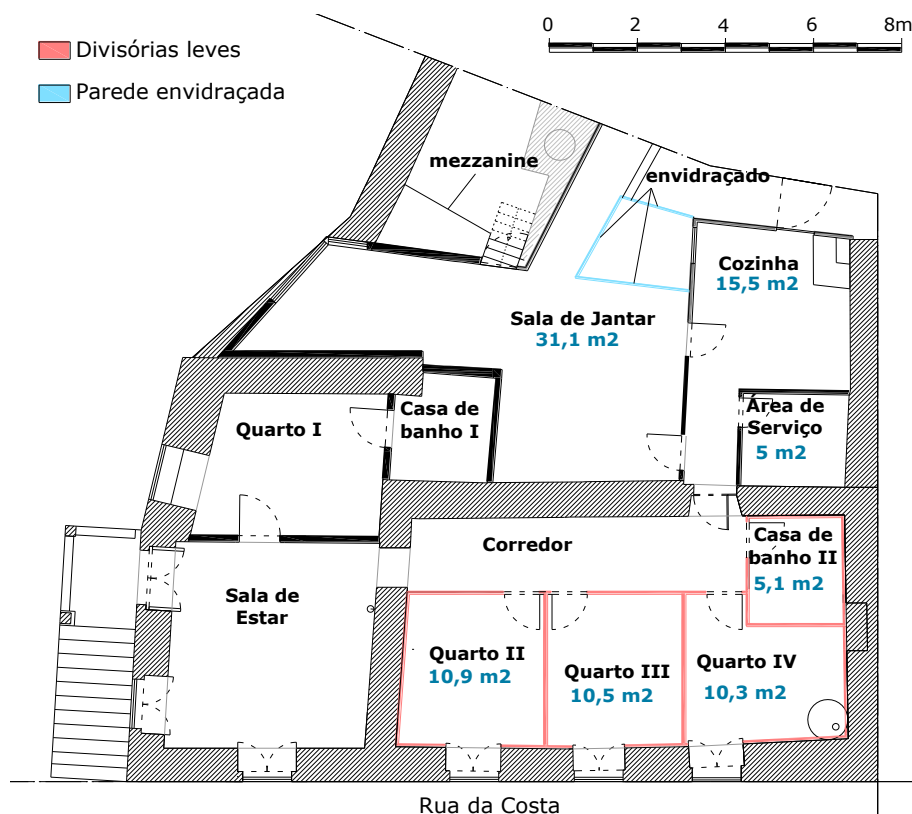


Fig.4. 3 – Proposta de reabilitação para o Piso 1.

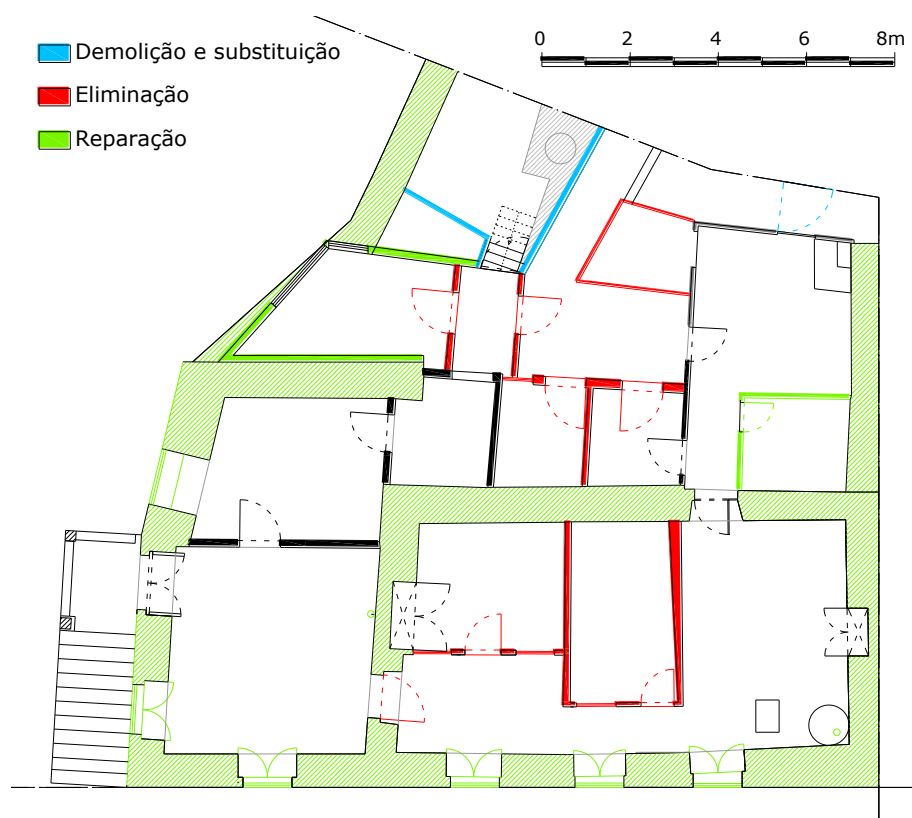


Fig.4. 4 – Programa base para o Piso 1.

4.2.3. REABILITAÇÃO DA COBERTURA, [19] E [20]

A estrutura da cobertura encontra-se em muito mau estado de conservação pelo que se procederá à sua total reabilitação, ou seja, demolição e reconstrução. Aproveita-se assim para executar uma nova planta da cobertura mais regular, conforme o traçado da figura 4. 5.

Deste modo, as telhas serão retiradas e desmontada toda a estrutura da cobertura. Os vigamentos em bom estado serão consolidados com endurecedor, e tratados com retardador de fogo e primários anti-fungos e anti-caruncho, e reaproveitados para a configuração da nova estrutura, a par com novos elementos de características resistentes e qualidade semelhantes. A nova estrutura da cobertura será composta por quatro asnas e três vigas de suporte, segundo esquema da figura 4. 6.

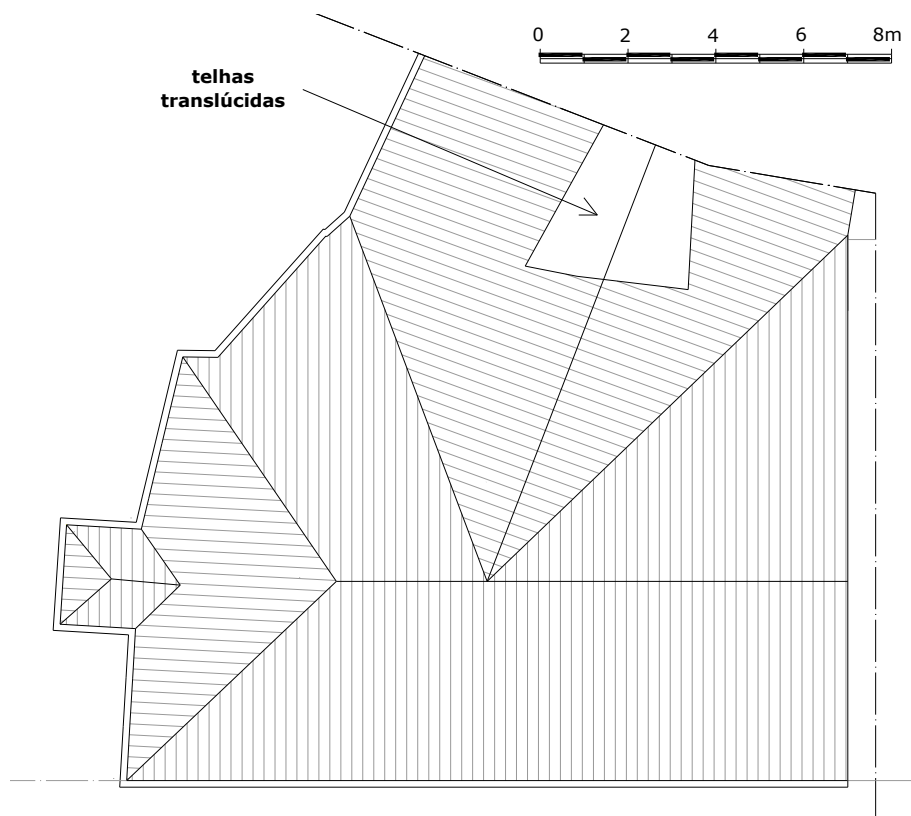


Fig.4. 5 – Proposta de reabilitação para a Cobertura.

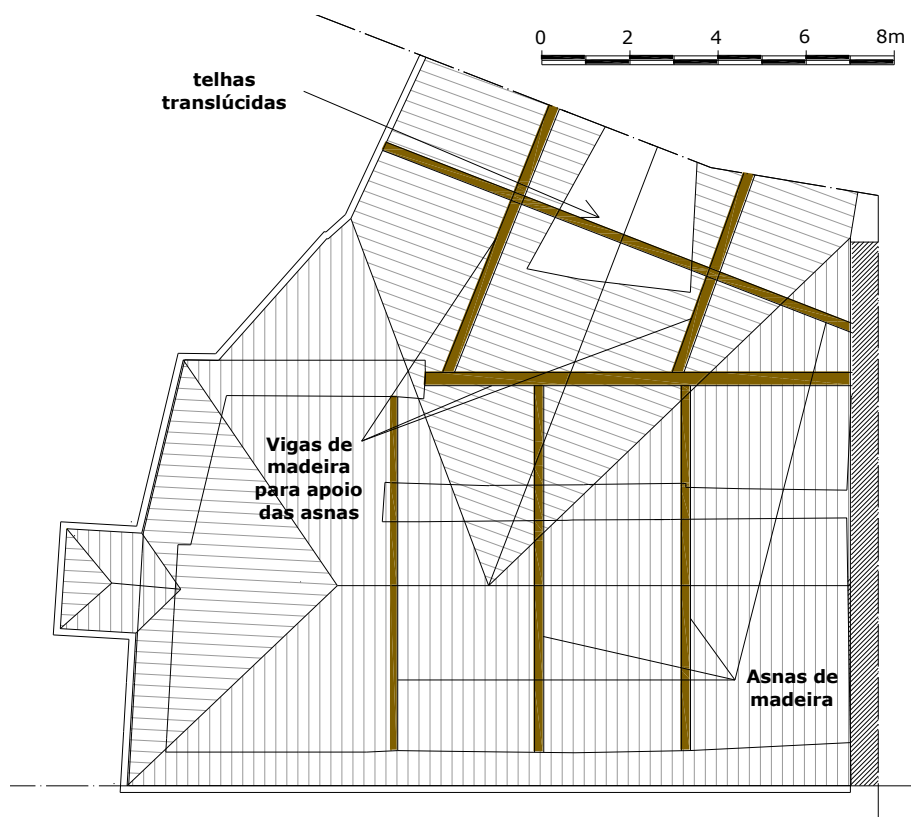


Fig.4. 2 – Esquema da nova estrutura para a cobertura.

O revestimento de tecto apoiar-se-á numa estrutura de madeira em malha 0,60x0,60m que será forrada posteriormente. A solução de revestimento de tecto irá manter-se de madeira, e irá revestir-se todo o edifício do mesmo modo, excepto Sala de estar e Quarto I, mantendo a geometria actual, e utilizando solução semelhante para revestimento da nova Sala de Jantar. A zona aberta do Alpendre com ligação ao piso inferior, será também revestida, uma vez que com a nova configuração ficará coberta pelo telhado. No entanto, nesta zona o revestimento será uma clarabóia, para entrada de luz.

Relativamente à telha, poderá aplicar-se telha Lusa ou Marselha, elaborando um plano de limpeza e manutenção para o futuro. Na zona revestida com clarabóia serão empregues telhas transparentes do tipo que se escolher para o restante revestimento.

Assim como não fazia sentido isolar o edifício sem melhoria do comportamento térmico das janelas, também não compensa isolar o edifício sem isolamento da cobertura, uma vez que esta é o sistema construtivo que se encontra mais exposto às alterações climáticas ao longo do ano. Decidida a aplicação de isolamento térmico na cobertura, surge a dúvida acerca da sua localização, imediatamente sob a estrutura de suporte das telhas, ou na horizontal sobre a estrutura de apoio do revestimento de tecto? Do ponto de vista teórico, uma vez que o desvão é não acessível e não existe a intenção de vir a habitá-lo, o isolamento térmico deveria ser colocado na horizontal, sobre a estrutura de apoio do revestimento de tecto. Com esta opção diminui-se a probabilidade de ocorrência de condensações superficiais no tecto do Piso 1, pois a sua estrutura encontrar-se-á sempre à mesma temperatura. Para protecção do isolamento de ataques dos animais que possam habitar a cobertura, é necessário proceder à sua impermeabilização, o que nos leva a um outro problema, o risco de condensações entre o isolamento e a impermeabilização, sendo conveniente a introdução de uma barreira pára-vapor logo imediatamente abaixo do isolamento térmico.

Contudo, e como a habitação tem uso secundário, ou seja, é para utilização pontual e não contínua, esta solução pode não fazer sentido face ao custo competitivo de um isolamento aplicado directamente na vertente inclinada da cobertura. Este tipo de isolamento é de mais fácil aplicação sendo igualmente eficaz do ponto de vista térmico.

Os trabalhos de intervenção na cobertura serão, em síntese, os seguintes:

- retirar telhas para posterior substituição total;
- desmontar estrutura com reaproveitamento dos elementos sem deterioração, ou com deterioração passível de fácil restauro;
- eliminar apenas a porção da parede de alvenaria interior necessária para viabilização da nova configuração da cobertura e restauro de todas as paredes de alvenaria, com aparelhamento dos blocos soltos e aplicação de argamassa nas juntas;
- demolição dos revestimentos de tecto;
- demolição de todas as chaminés e sua substituição;
- execução de estrutura horizontal em malha 0,60x0,60m;
- aplicação dos revestimentos de tecto com clarabóia na área que cobre a zona de pé-direito duplo junto à Cozinha e actual Alpendre;
- impermeabilização da zona da alvenaria de entrega da estrutura em malha e da estruturas das asnas;
- implementação da estrutura de suporte da telha com varas distanciadas de 0,60m e ripas com afastamento igual à altura das telhas;
- aplicação das telhas, com utilização de telhas transparentes na área imediatamente superior à clarabóia;
- execução de forro na cobertura suportado pela malha de madeira;

- aplicação do isolamento sob a estrutura de suporte das telhas;
- execução de rufos;
- aplicação de novas caleiras e tubos de queda, segundo dimensionamento a efectuar.

4.2.4. MELHORIAS DE CARÁCTER GLOBAL

De modo a melhorar o comportamento sísmico, deviam ser reforçadas as ligações entre elementos ou melhoria da rigidez e da resistência através da utilização de estruturas de betão armado com uma cintagem das alvenarias na cobertura, etc. [2]. No caso do edifício em estudo, não é justificável a aplicação de acções de melhoria pois apresentam um grau de intrusividade relevante e exigem mão-de-obra qualificada, não se adequando à escala de intervenção nesta obra.

4.2.5. ORÇAMENTO

A estimativa de orçamento elaborado apoiou-se em valores de uma proposta de uma obra real de reabilitação de um edifício semelhante ao do caso de estudo. Apesar do esforço para recolher informação acerca dos custos praticados no mercado para todas as acções de intervenção descritas no programa base, não se obtiveram dados acerca de algumas delas, pelo que se realizou uma estimativa a sentimento, acrescentando no valor final de cada piso 10% de margem de erro de custos. No total, espera-se um custo de cerca de 102.413 euros.

Quadro 4.2 – Primeira estimativa de custos para a obra de reabilitação.

CUSTOS			
PISO	CUSTO/M ²	ÁREA INTERVENCIÓNADA	TOTAL
Piso 0	150,1€/m ²	210m ²	31576€
Piso 1	187,2€/m ²	210m ²	39302€
Cobertura	150,4€/m ²	210m ²	31535€
Σ=			102413€

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. DIFICULDADES E MAIS-VALIAS

Como indicado na Introdução, surge este último capítulo de considerações finais como conclusão da presente dissertação. Procura-se neste espaço reunir os pontos mais importantes das diferentes etapas do documento, promovendo uma análise dos obstáculos que foram surgindo e modo como se ultrapassaram, ideias e conhecimentos que foram retidos e o que se podia ter elaborado de melhor forma.

No capítulo 2 procurou-se a reconstituição construtiva da habitação em estudo. Essa reconstituição construtiva foi baseada em três abordagens que se sobrepunham. No reconhecimento da construção a dificuldade não passou pelo procedimento em si, mas por executá-la de modo a tornar a informação legível e compreensível a terceiros, sendo por isso, os esquemas e imagens uma ferramenta indispensável e da qual se tentou conseguir tirar maior proveito.

Na segunda abordagem, levantamento geométrico, foi necessário efectuar todo o trabalho sem base alguma, pois não existe qualquer documento referente ao edifício, como plantas originais ou documentos que permitissem elaborar um cadastro de intervenções e avaliação do seu desempenho ao longo do tempo. Os trabalhos de medição foram realizados com esforço recorrendo a fitas métricas e um medidor a laser, apenas na recta final, que se tornou útil para verificação de dados recolhidos e últimas medições.

Esta etapa constituiu um dos maiores desafios da presente dissertação, não só pela falta de experiência em levantamentos dimensionais, que obrigou muitas vezes à necessidade de solucionar obstáculos inesperados no momento em que surgiam, mas também pela falta de experiência relativamente à informatização dos dados recolhidos. A execução das plantas e cortes, tornou-se uma tarefa de difícil execução, pelo avolumado trabalho, pela falta de rapidez a trabalhar com os comandos de CAD necessários, pela irregularidade de todos os elementos construtivos desta habitação, mas essencialmente pela falta de noção e experiência na representação em desenho dos dados recolhidos. Os obstáculos mencionados fizeram com que o tempo previsto para esta etapa se estendesse em relação ao previsto.

Mais uma vez, no levantamento construtivo do edifício encontraram-se alguns obstáculos, nomeadamente pela falta de documentos, pela falta de critério demonstrada na construção: sobreposição de redes de drenagem de águas residuais, rede de abastecimento de água e rede eléctrica, ligações entre elementos construtivos improvisadas, tornando-se por vezes incompreensíveis; e, pela impossibilidade de executar ensaios de carácter destrutivo, que impossibilitaram, por exemplo, a

observação da composição dos pavimentos nas zonas húmidas, o que teria sido interessante para percepção da solução adoptada e seu estado de conservação.

No terceiro capítulo procedeu-se à análise do estado de conservação do edifício tendo para isso sido elaborado um levantamento de patologias manifestadas e seu posterior diagnóstico. Mais uma vez, a impossibilidade de realizar ensaios, ainda que ligeiramente destrutivos, tornou-se um grande desafio. Através da fissuração manifestada nos diferentes elementos, conseguiu contudo perceber-se a deformação dos pavimentos, e através da abertura das juntas entre ripas do revestimento dos tectos também foi possível concluir acerca da deformação destes. No entanto, as patologias mencionadas neste capítulo são apenas patologias passíveis de observação, pelo que não foi possível elaborar ilações seguras acerca do comportamento resistente das alvenarias e dos vigamentos de madeira do pavimento e da cobertura.

Teria sido particularmente interessante, se houvesse equipamento disponível, averiguar o grau de degradação das peças de madeira através de resistografia, principalmente junto à entrega na alvenaria, a determinação dos saís nas eflorescências das paredes de granito e, acima de tudo, a resistência das peças de madeira da cobertura aos principais esforços a que estão submetidas, por exemplo flexão composta das linhas, tracção dos pendurais, flexão e bambeamento das cumeeiras e flexão desviada e bambeamento das madres, etc.. Este tipo de informação iria influenciar na decisão da solução de intervenção a adoptar atribuindo-lhe maior certeza, e também no conhecimento da percentagem de elementos a substituir em cada sistema, possibilitando um orçamento mais exacto. Quanto à determinação da composição das eflorescências presentes, apesar dos esforços junto dos laboratórios do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia, não foi possível a obtenção de resultados em tempo útil.

Na fase de diagnóstico das patologias observadas, a maior dificuldade encontrada foi a falta de elementos capazes de corroborar as teorias de elaboração dos diagnósticos, devido à constante lacuna de informação acerca das intervenções que foram sendo elaboradas e impossibilidade de recorrer a ensaios. Desse modo, foi necessário basear esta etapa em informação publicada sobre casos semelhantes e adaptá-la ao caso de estudo sempre que possível.

Com todos os dados relativos à caracterização do edifício e seu estado de conservação, procedeu-se à elaboração do Programa. Redigido o programa preliminar, e tendo por base o orçamento e directivas disponibilizadas pelo Dono de obra, iniciou-se a preparação do programa base. Na determinação dos processos de intervenção a adoptar na habitação, procurou-se respeitar princípios como a intrusividade mínima e adopção de soluções reversíveis sempre que possível, sendo no entanto conceitos que se concluiu terem carácter flexível, não devendo consistir em obstáculos numa proposta de reabilitação para o edifício de habitação em estudo, quer por não apresentar características de valor patrimonial, quer por se pretender uma obra de reduzido orçamento.

Contudo, existem outro tipo de directivas que se procuraram seguir rigidamente e que devem apresentar-se intrínsecas ao papel de Projectista, como a sustentabilidade, reciclagem dos materiais quando possível, eficácia e eficiência das soluções encontradas, compatibilidade com o existente e durabilidade dos novos materiais e soluções. Procurou-se introduzir estas directivas na discussão e descrição das soluções a adoptar no processo de reabilitação do edifício ao longo do sub-capítulo 4.2.

O principal desafio do capítulo 4 centrou-se na infinidade de soluções de reabilitação existentes para cada elemento construtivo, sendo diversas as variáveis que influenciam o processo de decisão, e constituindo as restrições orçamentais o maior peso na decisão.

Este trabalho revelou-se aliciante pela quantidade de disciplinas que se intersectaram para que se tornasse possível elaborar quer o programa preliminar quer o programa base. Foi necessária a aplicação e aquisição de conhecimentos de diferentes áreas como hidráulica, topografia, tecnologias de sistemas construtivos, gestão de projectos, arquitectura, topografia, fotografia, comportamento térmico dos edifícios, etc. No entanto, antes de se elaborar o projecto, convém realizar alguns estudos complementares sobre a geotecnia do terreno, levantamento topográfico da envolvente, e sondagens dos elementos construtivos para análise do estado de conservação.

Do referido se infere que, apesar dos obstáculos e desafios que se impuseram, os objectivos foram cumpridos, uma vez que possibilitaram a percepção mais real de todo o processo de organização de uma intervenção de reabilitação, e alimentaram a aquisição de competências nesta área do sector da construção.

5.2. REABILITAÇÃO OU MANUTENÇÃO?

O estudo da Reabilitação de Edifícios encontra-se actualmente em Portugal com pouca divulgação e sistematização. Procura-se actualmente a compilação de conhecimentos sobre o tema, mas a maior parte destes consiste em artigos de congressos aplicados a casos de estudo.

A situação da Indústria da Construção em Portugal está no limite de construção de habitação nova, havendo uma grande quantidade de fogos em edifícios antigos vazios ou em estado de degradação desadequado ao uso. Vale a pena investir na Reabilitação Urbana, sistematizar conhecimentos, desenvolver metodologia na elaboração de projectos, desenvolver estudos de diagnóstico, elaborar cadernos de encargos exigenciais, apostar na fiscalização e promover o ensino nesta área do sector da construção.

No entanto, nada do referido faz sentido, se posteriormente não se proceder à gestão do edifício. Conclui-se, então, esta dissertação, deixando um apelo à manutenção dos edifícios em geral, através de elaboração de um plano de manutenção procurando aumentar a durabilidade do edifício, elaboração de manuais de utilização para ensinar os utentes e os técnicos a utilizar o edifício, elaboração e actualização de um cadastro com registo de todos os elementos e suas características, e por último a implementação de rotinas de inspecção ou monitorização para que seja possível prevenir com antecipação os problemas que possam surgir no futuro.

BIBLIOGRAFIA

Referências bibliográficas:

- [1] Paiva, J. V., et al. (2006). Guia técnico de reabilitação habitacional. INH, LNEC, Lisboa.
- [2] Córias, V., (2007). Reabilitação Estrutural de Edifícios Antigos: Alvenaria, Madeira: Técnicas Pouco Intrusiva. Argumentum, GECORPA, Lisboa.
- [3] <http://revistas.ulusofona.pt/index.php/cadernosociomuseologia/article/viewFile/334/243>. 17/03/2010.
- [4] www.ine.pt. 17/03/2010.
- [5] Portaria nº701-H/2008 Anexo I Capítulo 1 Artigo 1 alínea n) – Obras Públicas; Conteúdo obrigatório do Programa Preliminar e do Projecto de Execução, Instruções para a Elaboração de Projectos e Classificação por Categorias
- [6] Portaria nº701-H/2008 Anexo I Capítulo 1 Artigo 1 alínea m) – Obras Públicas; Conteúdo obrigatório do Programa Preliminar e do Projecto de Execução, Instruções para a Elaboração de Projectos e Classificação por Categorias
- [7] Teixeira, J., Póvoas, R. H. C. Fernandes. (2009). Tipificação das alterações correntemente introduzidas no sistema construtivo das casas antigas do Porto. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 697 a 702, FEUP, Porto.
- [8] Keil, F.. (1961). Arquitectura Popular em Portugal. Ordem dos Engenheiros, Lisboa.
- [9] Begonha, A. (1997). Meteorização do granito e deterioração da pedra em monumentos e edifícios da cidade do Porto. Dissertação de Doutoramento, Universidade do Minho.
- [10] Amorim, S., Conceição, A. (2009). Estudo de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 187 a 192, FEUP, Porto.
- [11] Begonha, A.. (2009). Deterioração do granito na Igreja de Nossa Senhora da Lapa no Porto. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 807 a 812, FEUP, Porto.
- [12] <http://mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/disciplinas/jbastos/HCruzMadeiramaterial1.pdf>. 20/04/2010.
- [13] Pouvreau, M.. (1999). Les désordres dans le bâtiment: 270 solutions pour les éviter. Le Moniteur, Paris.
- [14] Torres, M. Isabel Morais, Freitas, V. Peixoto. (2009). Tratamento da humidade ascensional em construções históricas. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 447 a 452, FEUP, Porto.
- [15] Branco, D. Filipe Faria, Torres, M. Isabel M.. (2009). Humidades em construções históricas. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 583 a 588, FEUP, Porto.
- [16] Oliveira, B. Pereira, et al. (2009). Do diagnóstico à intervenção de conservação em pedra granítica: o caso da Igreja dos Terceiros da Ordem de São Francisco (Porto). PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 813 a 818, FEUP, Porto.

[17] Henriques, D. Franco, et al. (2009). Ensaio de produtos de consolidação de madeira degradada por fungos. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 467 a 472, FEUP, Porto.

[18] Silva, J. A. Raimundo Mendes., et al. (2009). Vantagens e condicionantes da aplicação de "ETICS" na reabilitação de fachadas: apoio à decisão e casos de estudo. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 949 a 954, FEUP, Porto.

[19] Lopes, M. Cameira., Faria, J. Amorim. (2009). Tipificação de soluções de reabilitação de estruturas de madeira em coberturas de edifícios antigos. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 403 a 408, FEUP, Porto.

[20] Ilharco, T., et al. (2009). Diagnóstico e intervenção estrutural em coberturas de madeira. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 421 a 426, FEUP, Porto.

Bibliografia:

Appleton, J., et al. (2009). Rua da Emenda, 49 a 65, Lisboa: reabilitação estrutural. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 383 a 388, FEUP, Porto.

Casella, G.. (2003). Gramáticas de pedra: levantamento de tipologias de construção murária. Centro regional de artes tradicionais, Porto.

Correia, G. (2009). Estudo de casos - Gestão de operações de reabilitação de edifícios antigos. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Cruz, H., Aguiar, J. Barroso. (2009). Patologias em pavimentos e cobertura de edifícios. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 409 a 414, FEUP, Porto.

Ilharco, T., et al. (2009). Ensaaios in situ e laboratoriais em pavimentos de madeira. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 473 a 478, FEUP, Porto.

Lopes, A. J. Ferreira, et al. (2009). Interação e condicionantes entre soluções construtivas de épocas distintas. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 533 a 538, FEUP, Porto.

Numazawa, C., et al. (2009). Levantamento e diagnósticos de patologias de esquadrias de madeira: estudo de caso na nova Casa do Comandante, Fortaleza de Santa Cruz de Anhatomirim/Santa Catarina/Brasil. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 371 a 376, FEUP, Porto.

Pombo, R., et al. (2009). Reabilitação de um edifício na Rua do Jardim do Regedor, nº 27-35, Lisboa: reabilitação estrutural e reforço sísmico mantendo a estrutura original. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 801 a 806, FEUP, Porto.

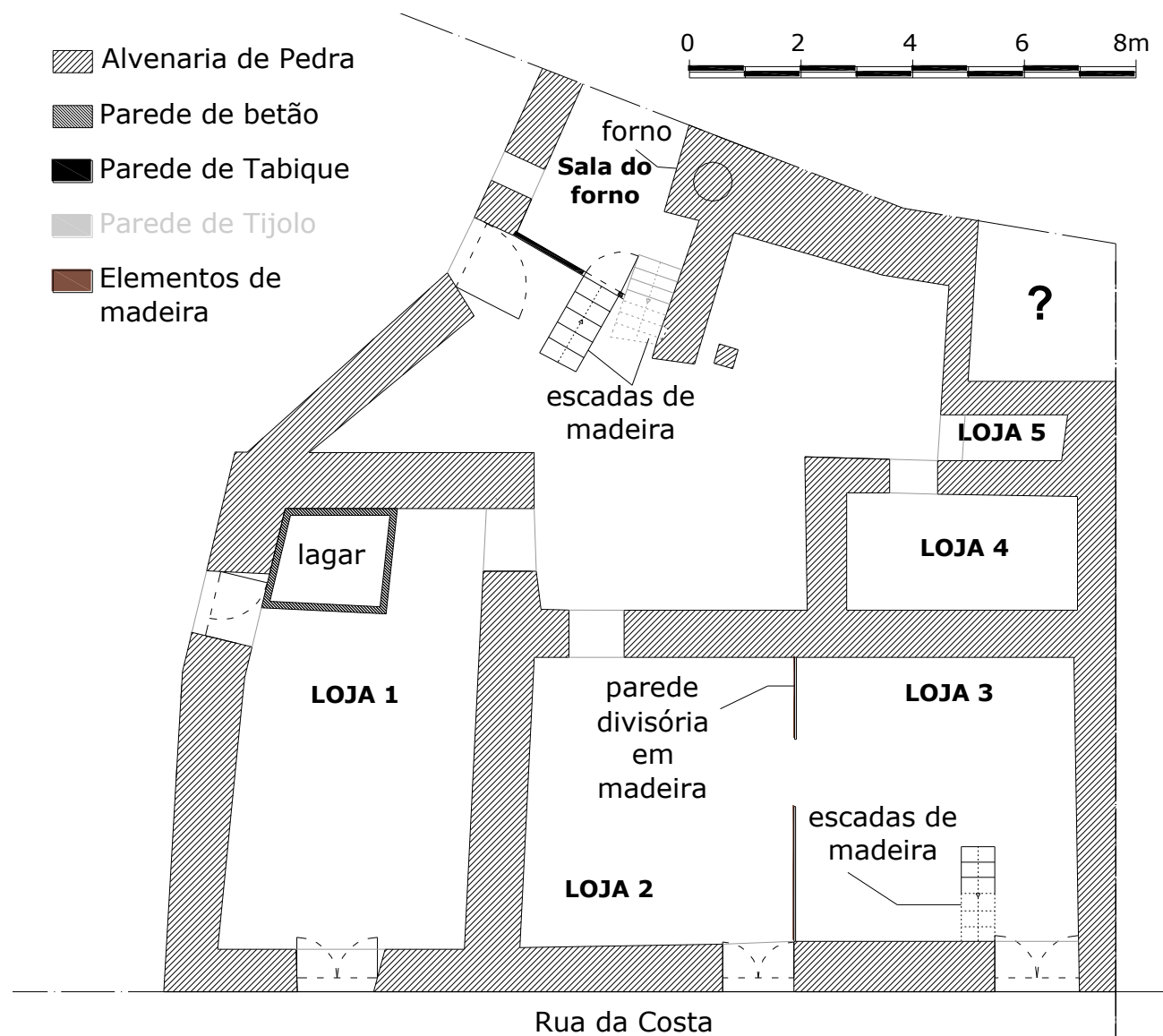
Ribeiro, P., et al. (2009). Reabilitação de um edifício na Rua Victor Gordon, nº 23-27, Lisboa: demolição e reconstrução através de técnicas tradicionais. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 729 a 734, FEUP, Porto.

Santos, S. de Jesus, Lanzinha, J. Carlos Gonçalves. (2009). Reabilitação de edifícios existentes: avaliação exigencial de qualidade térmica. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 937 a 942, FEUP, Porto.

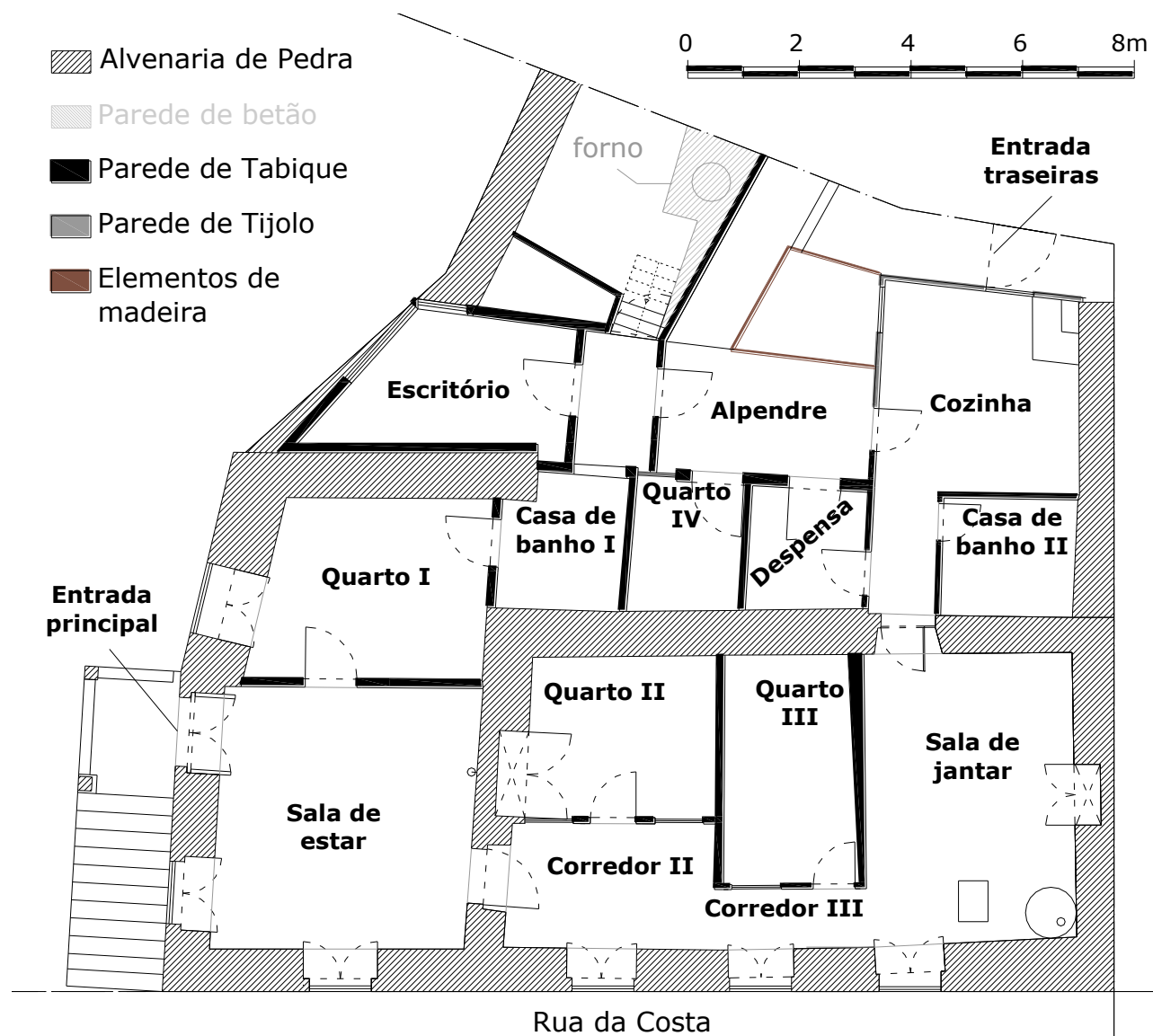
Vicente, R., et al. (2009). Patologia do edificado: anomalias dos edifícios antigos da baixa de Coimbra. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 691 a 696, FEUP, Porto.

Vilhena, A., et al. (2009). Método de avaliação das necessidades de reabilitação. PATORREB 2009: Actas do 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 18-20/03/2009, 513 a 518, FEUP, Porto.

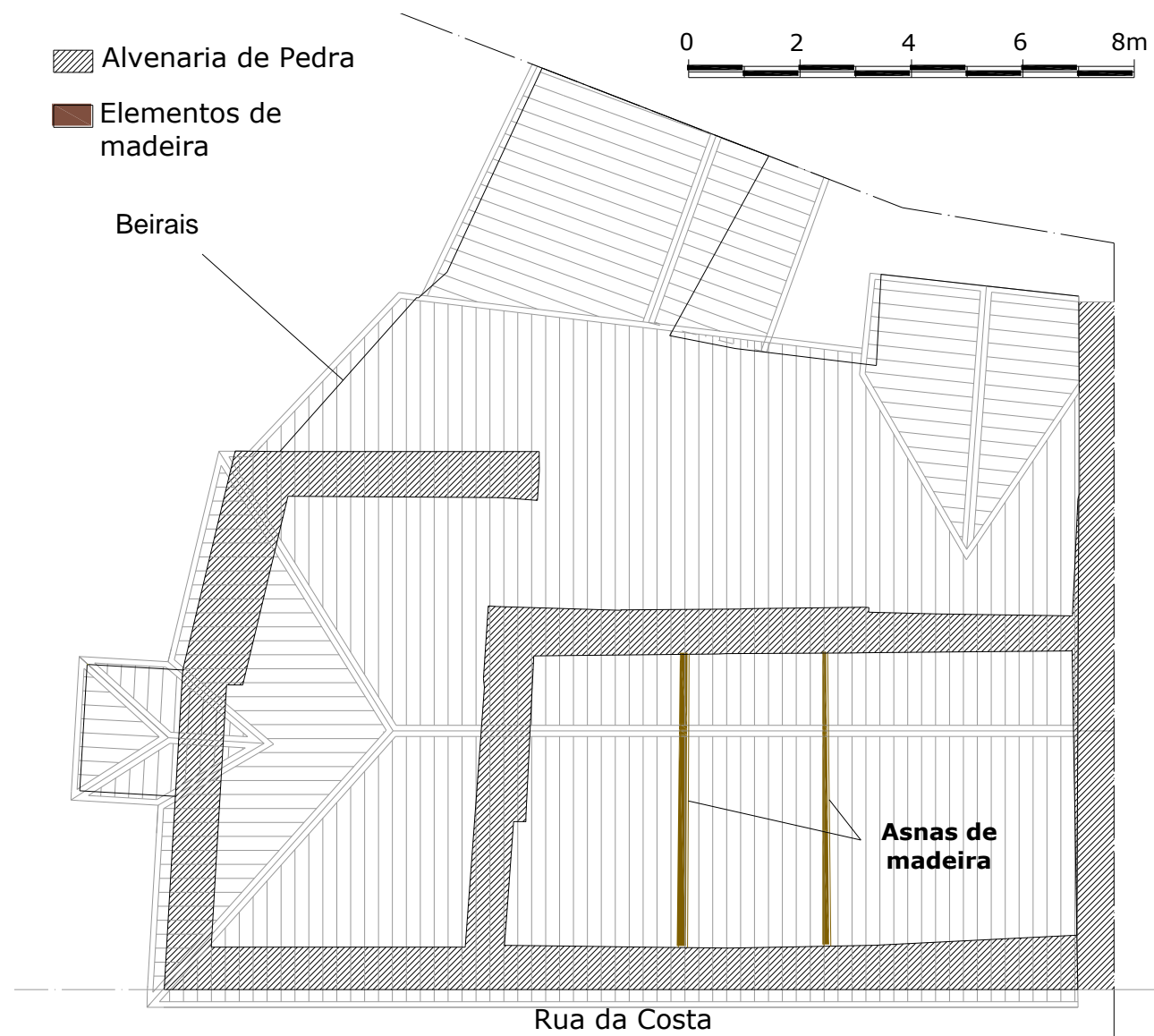
www.patorreb.com. 20/05/2010.



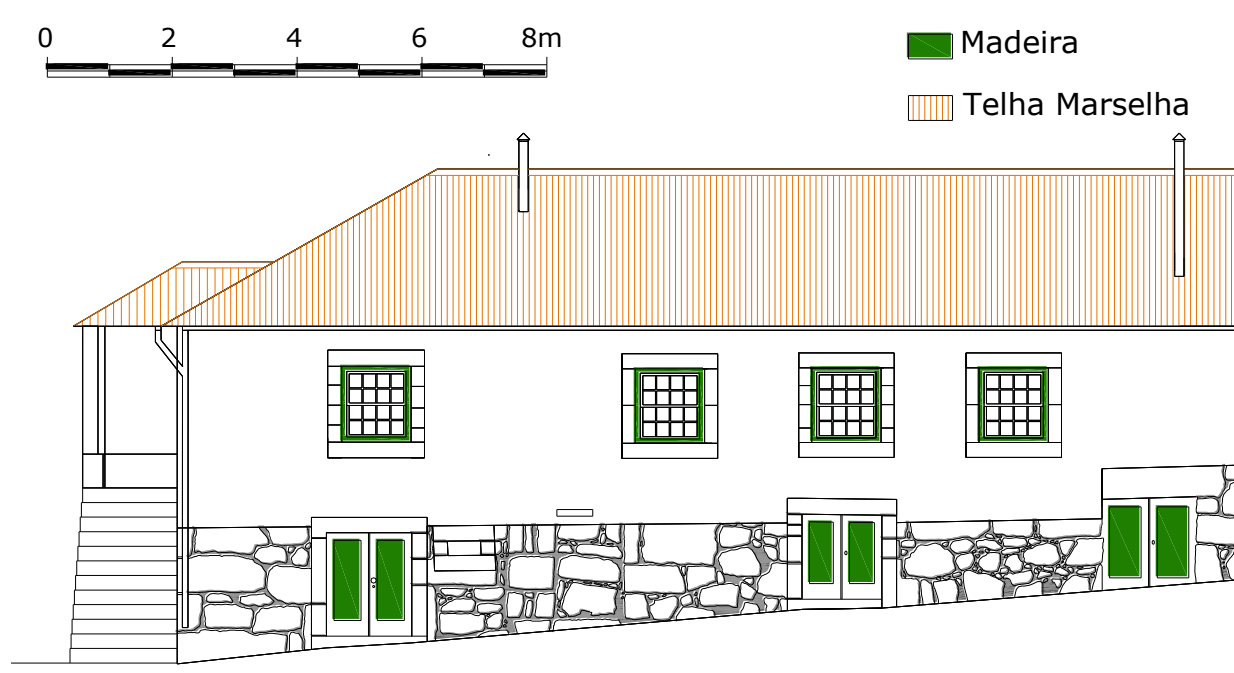
A1 - Planta do Piso 0



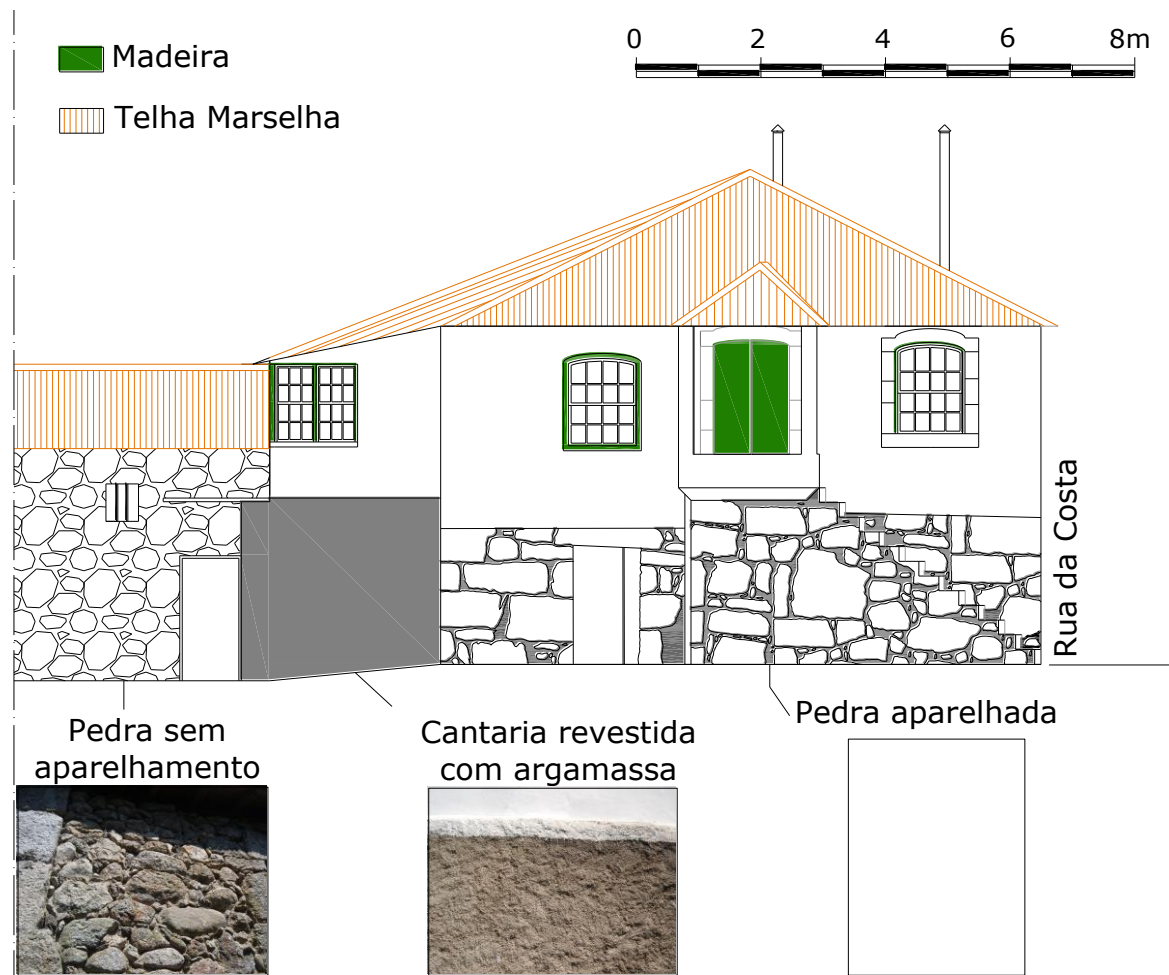
A2 - Planta do Piso 1



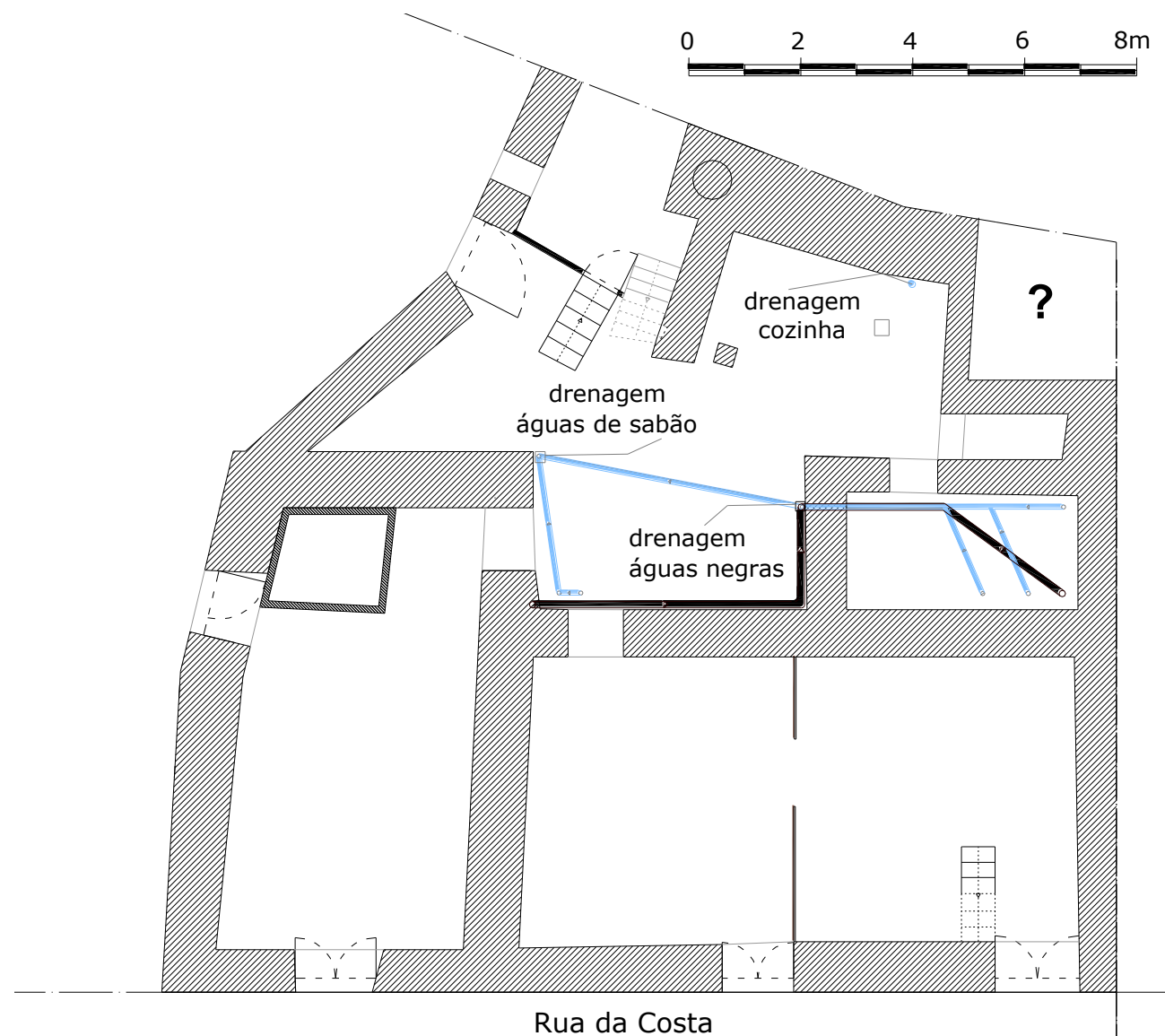
A3 - Planta da Cobertura



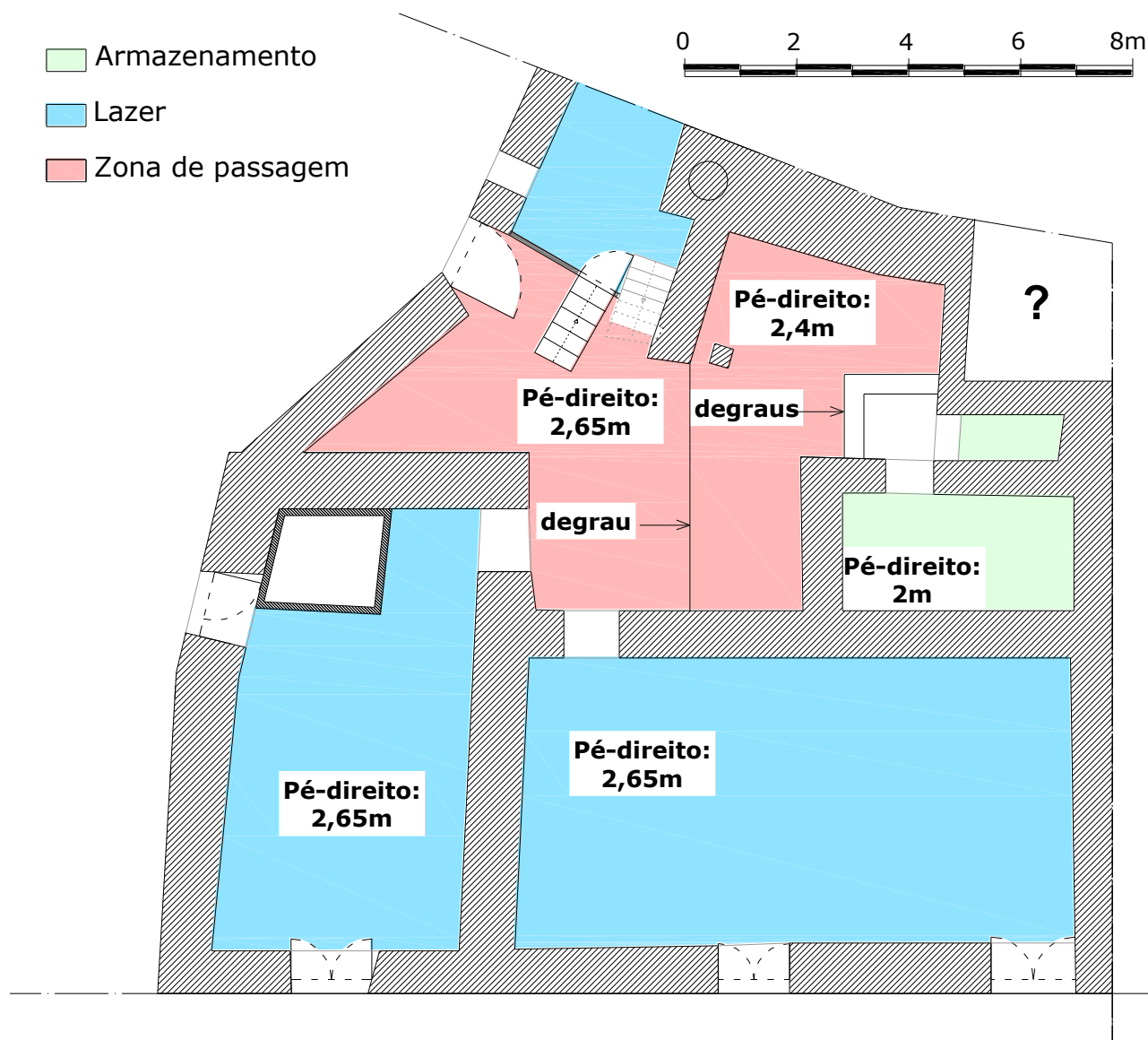
A4 - Fachada A

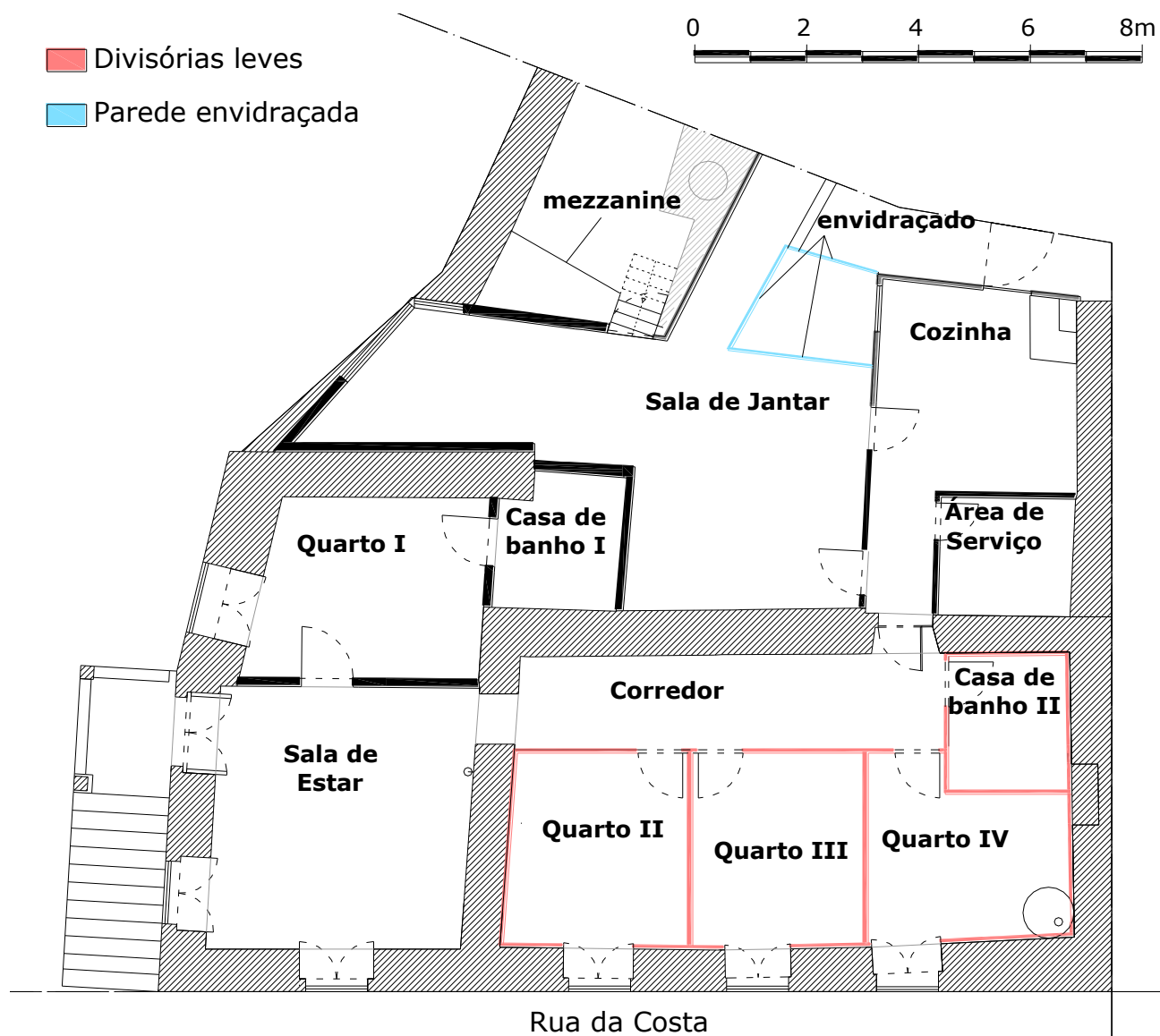


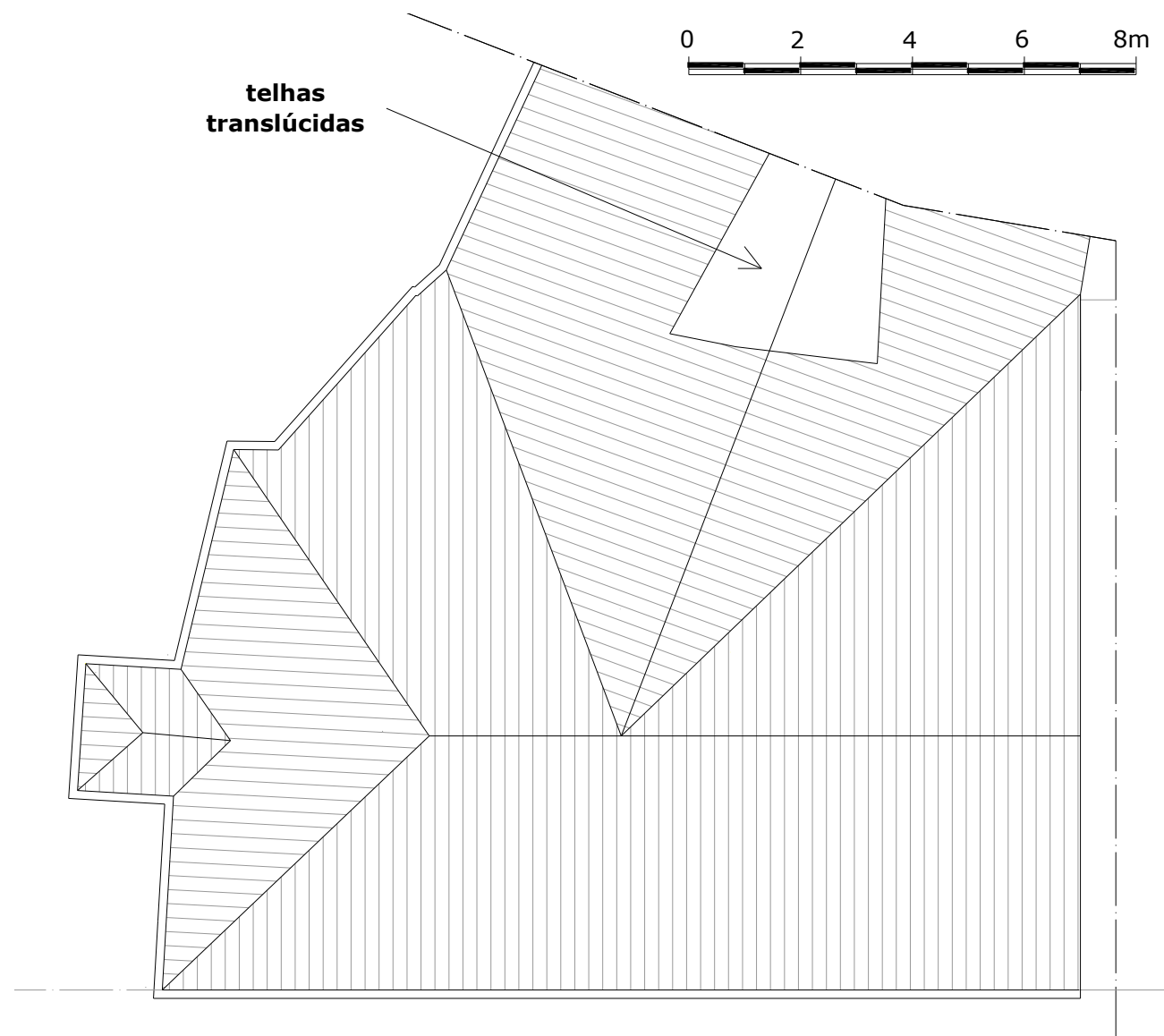
A5 - Fachada B



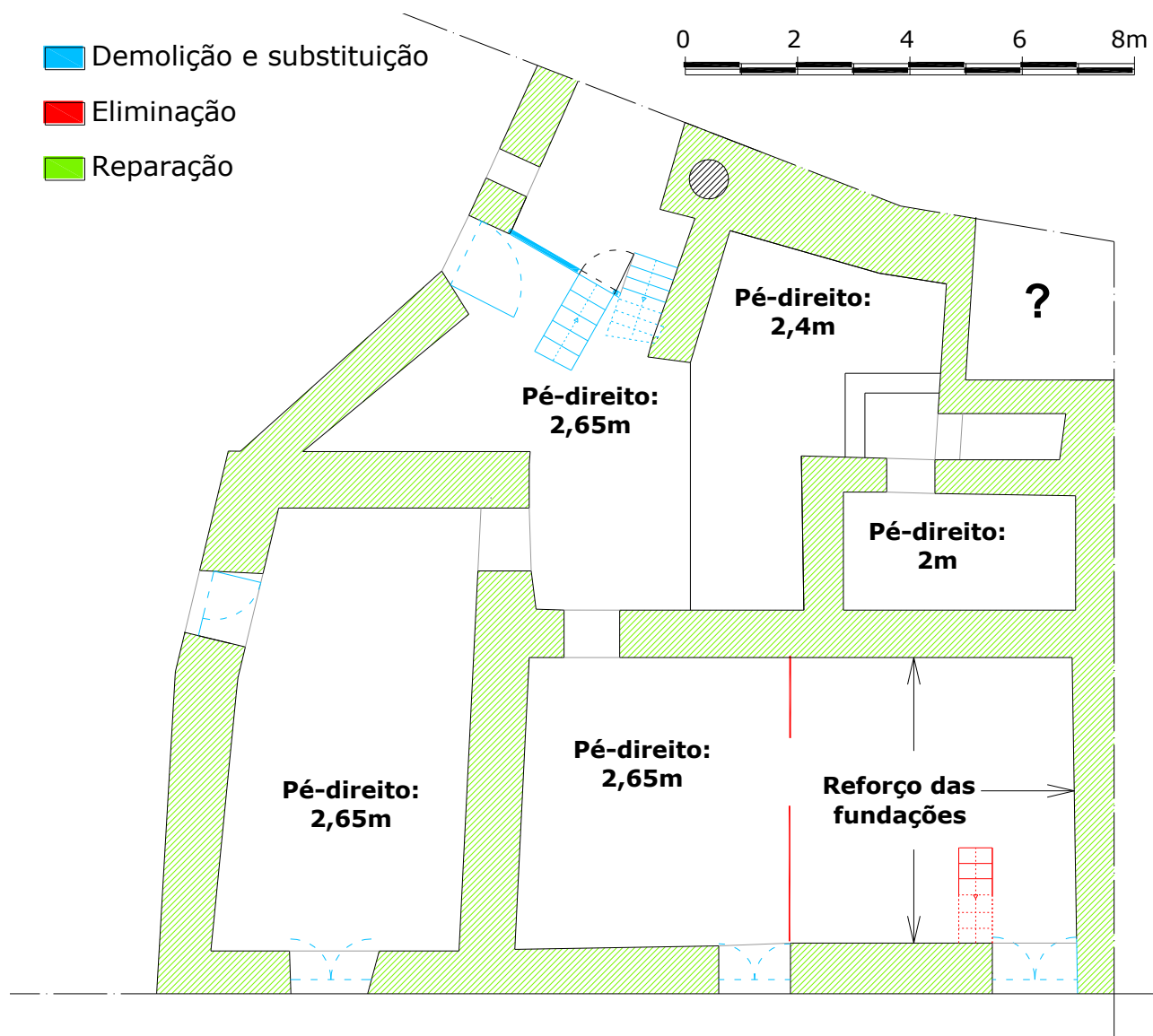
A6 - Rede de drenagem predial de águas residuais domésticas

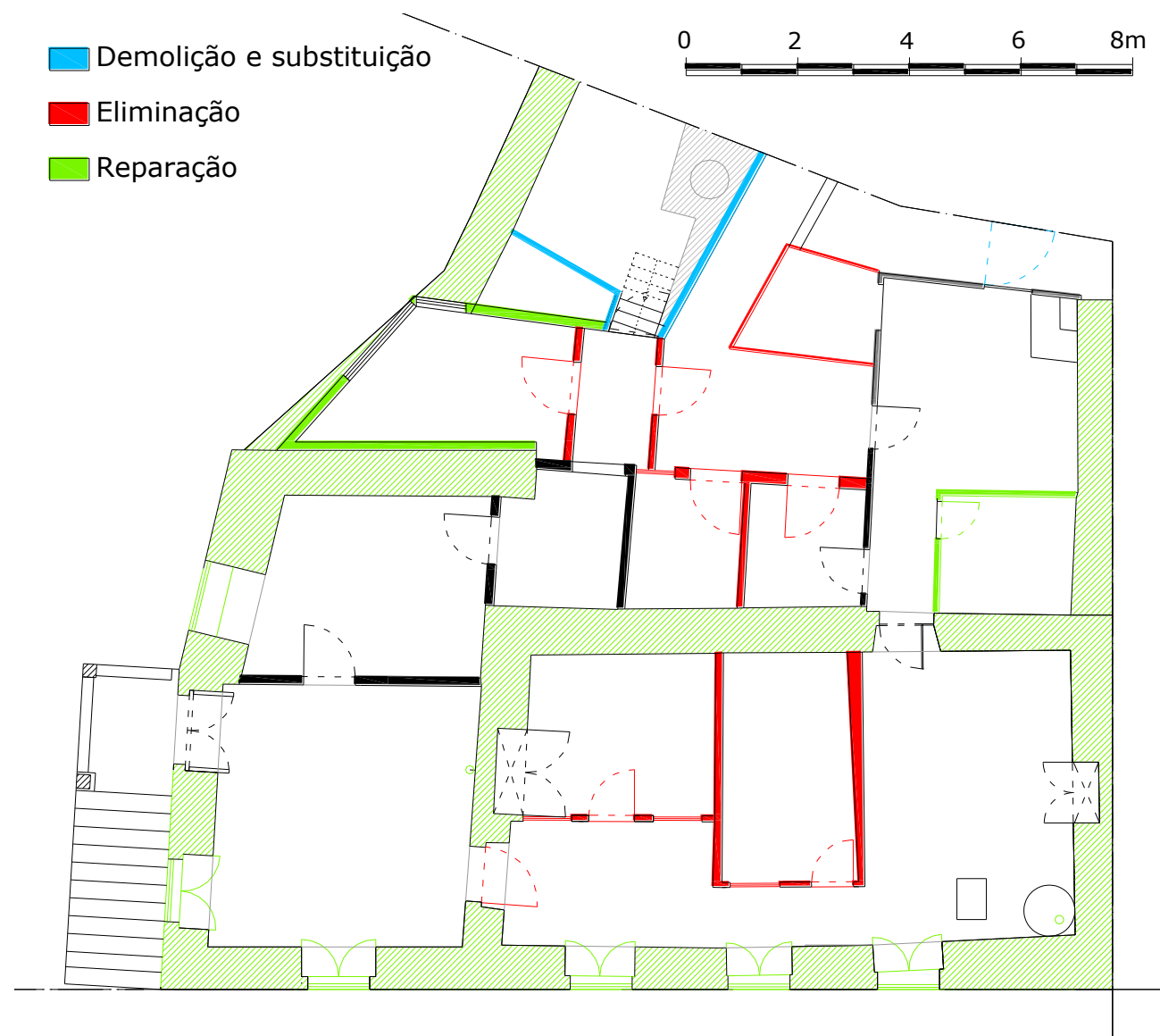




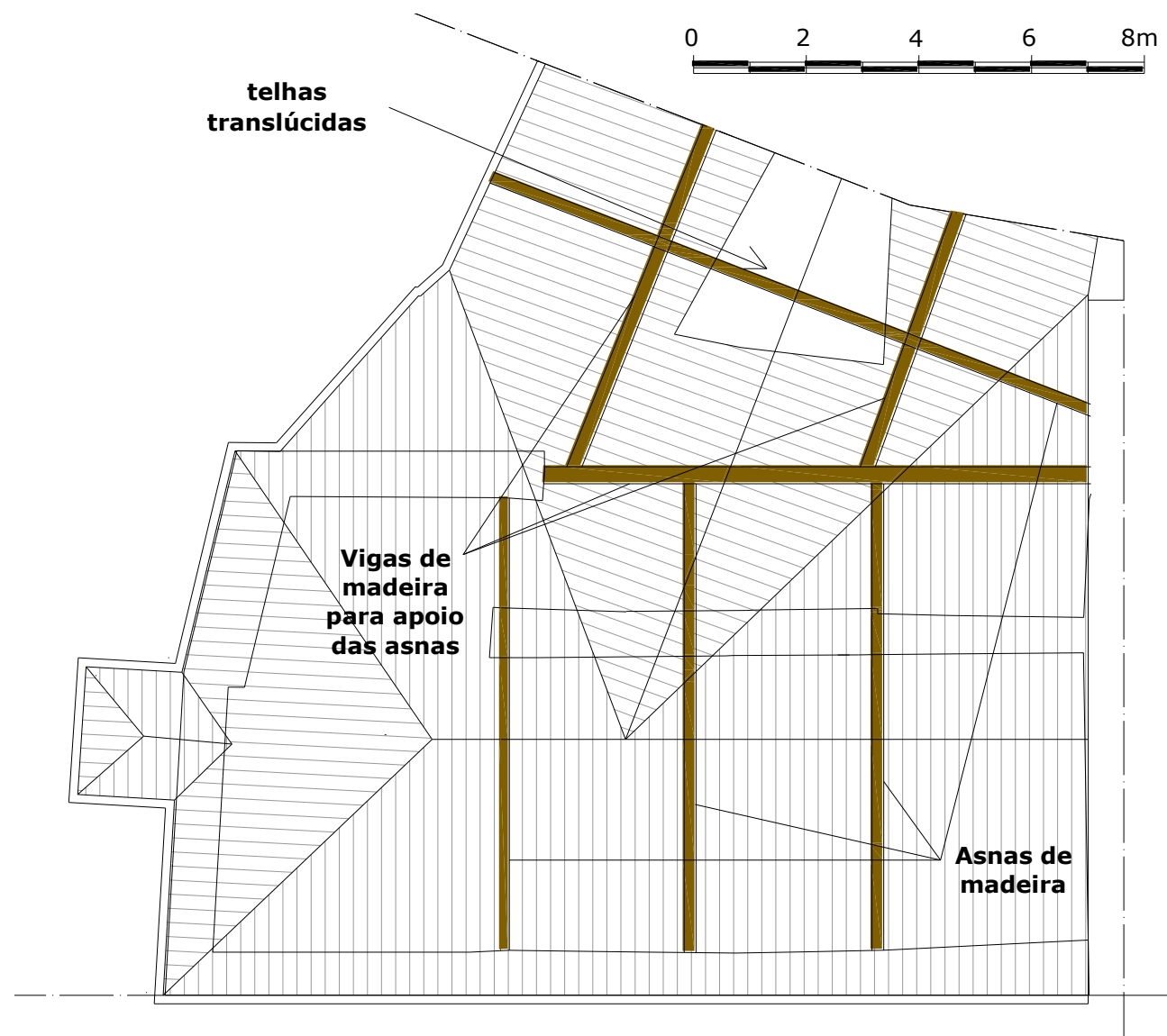


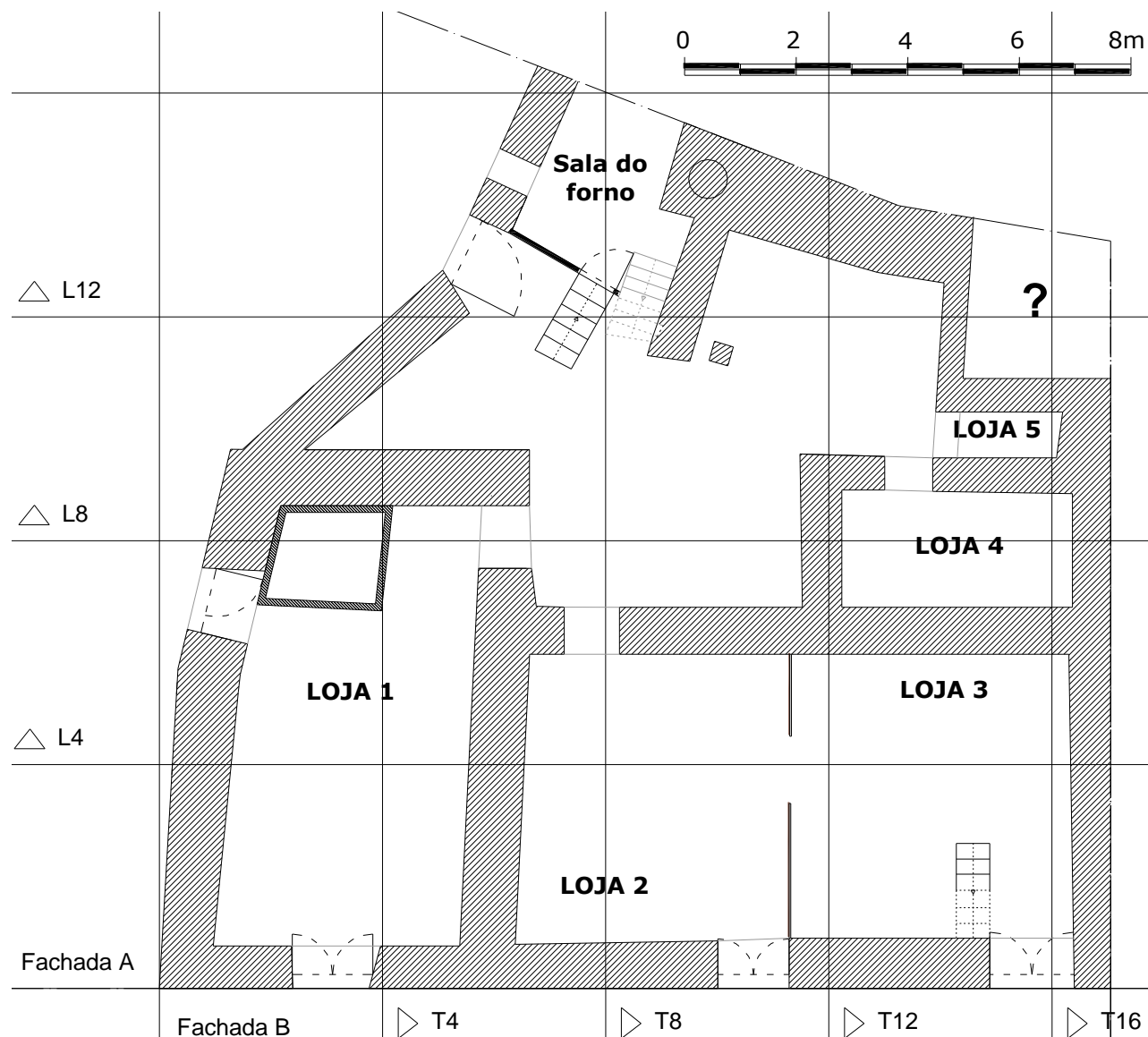
A9 - Programa da Cobertura



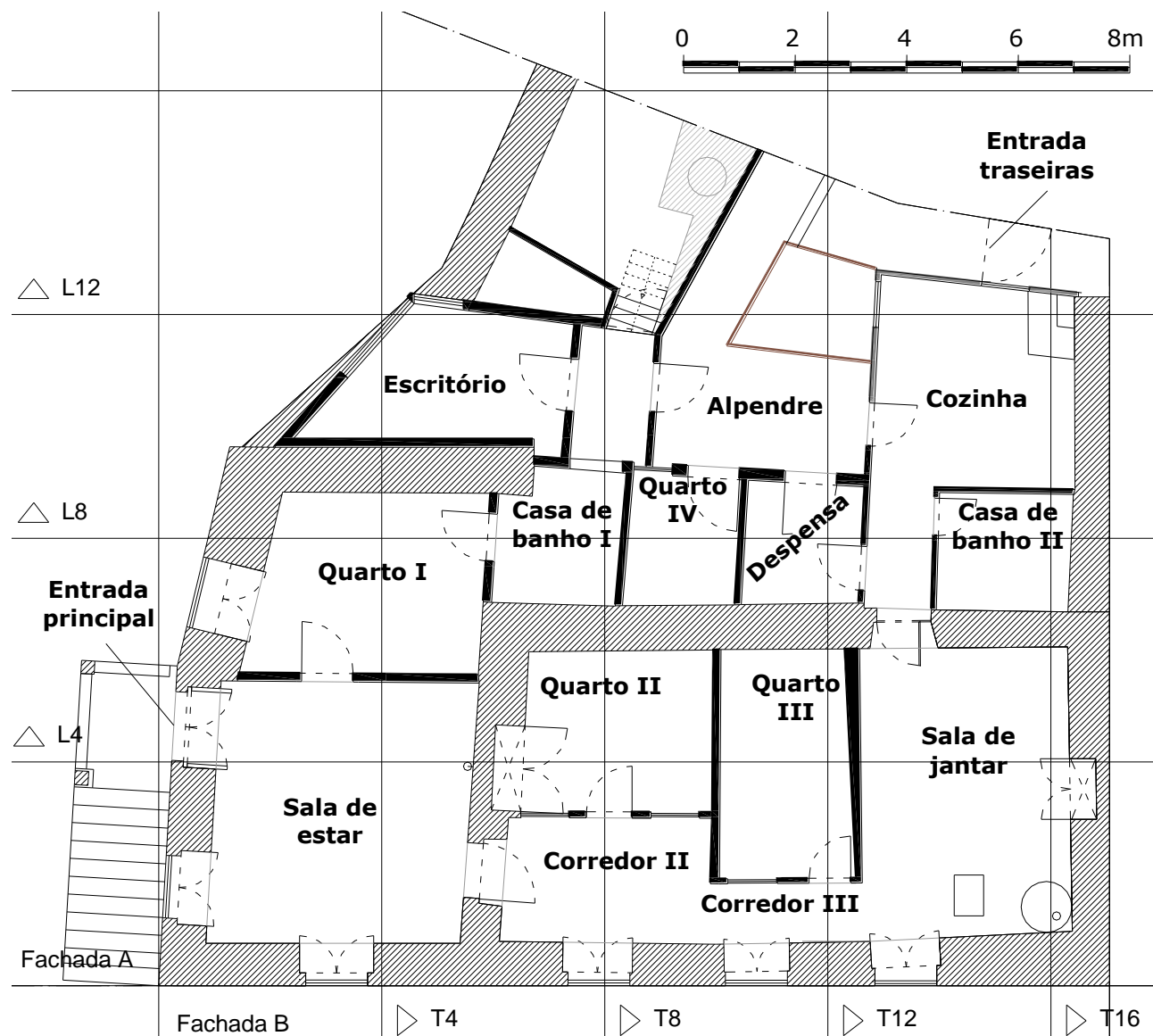


A11 - Reabilitação do Piso 1

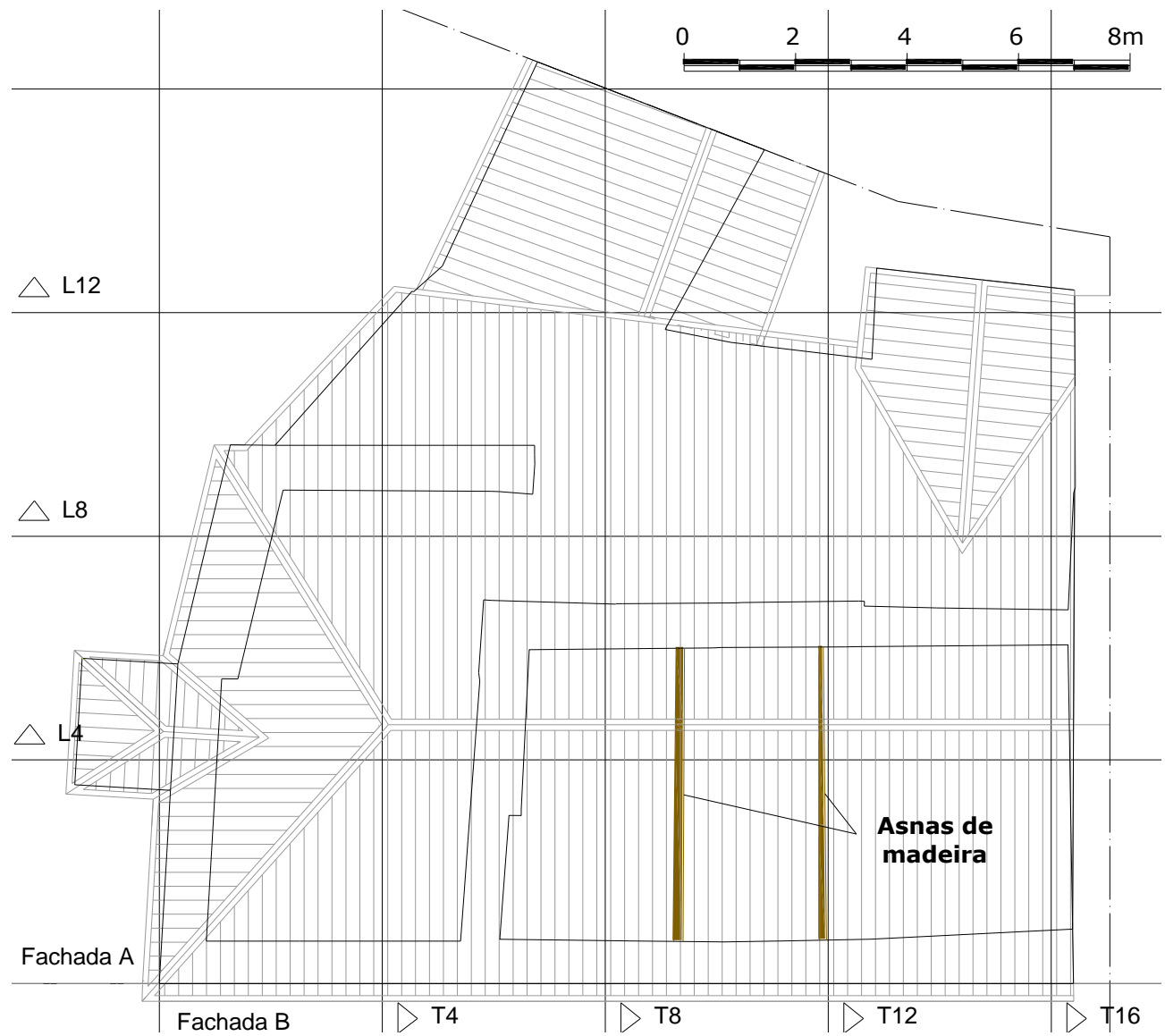




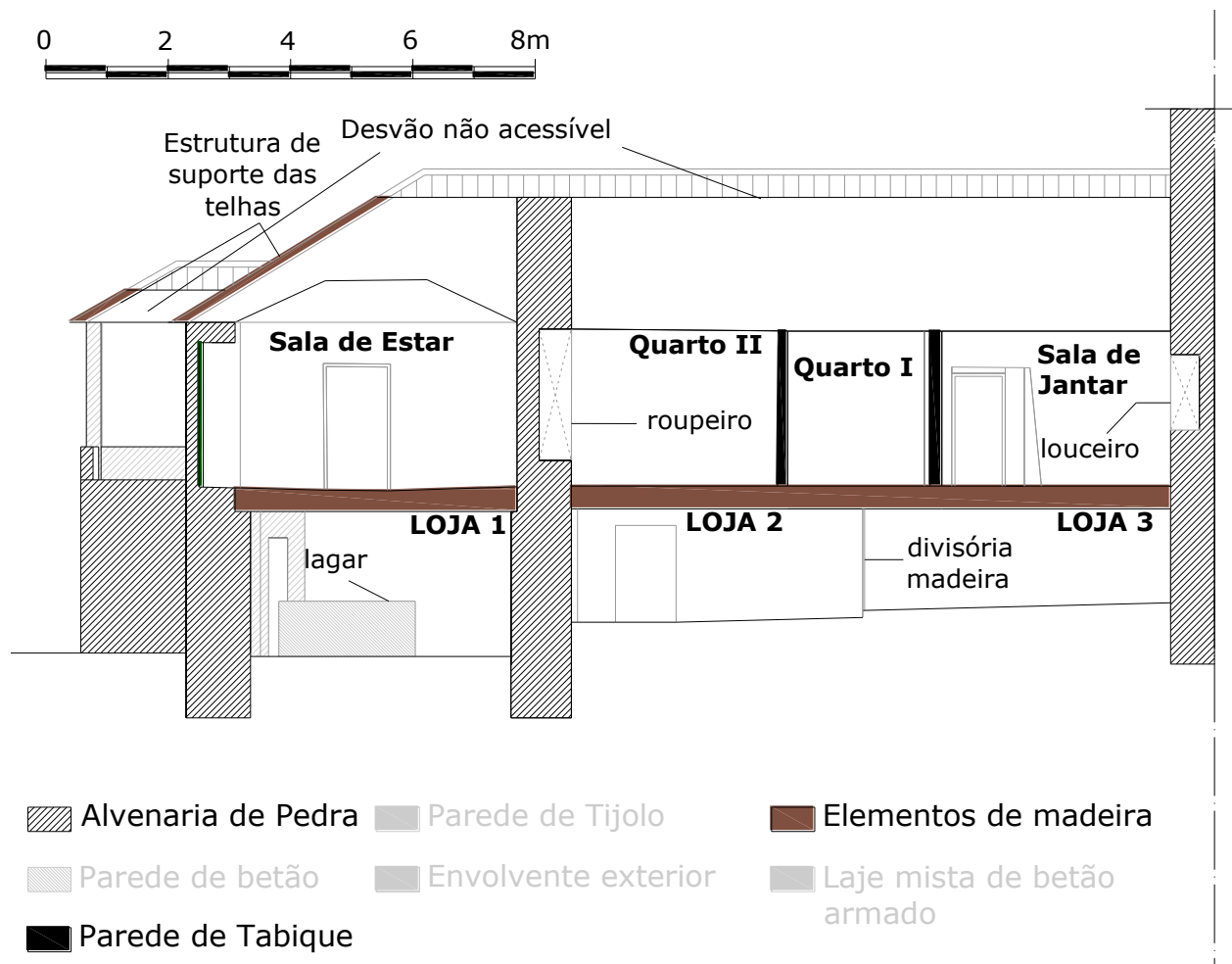
A13 - Planta de cortes do Piso 0



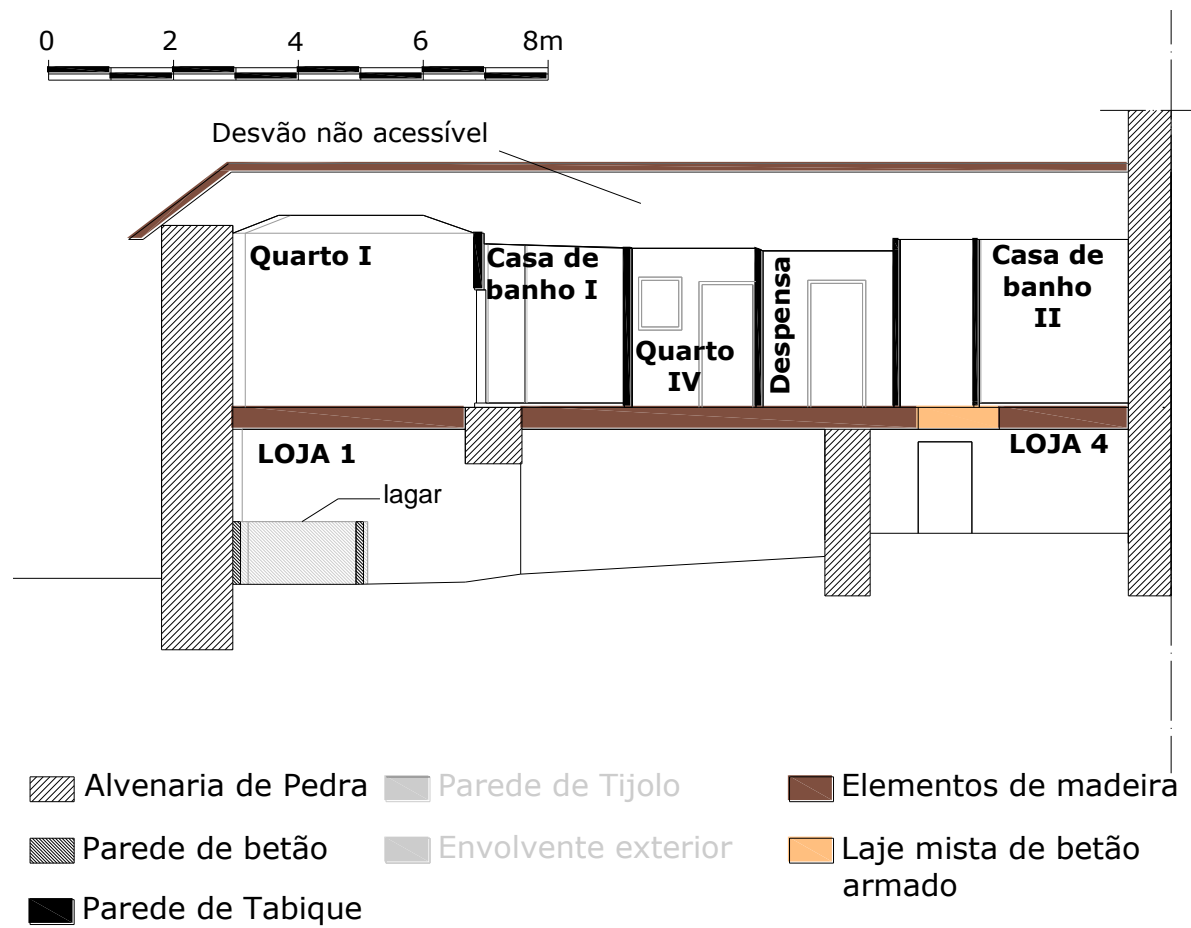
A14 - Planta de cortes do Piso 1



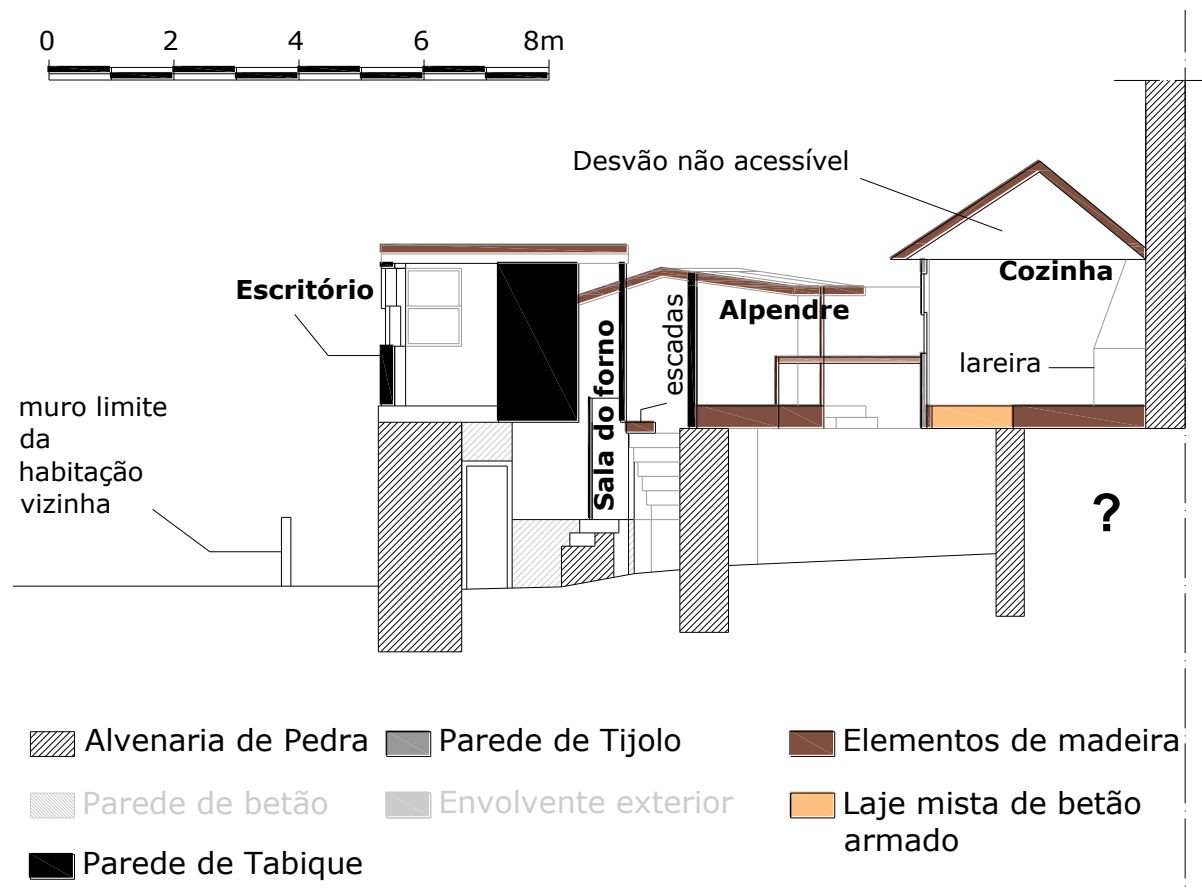
A15 - Planta de cortes da Cobertura



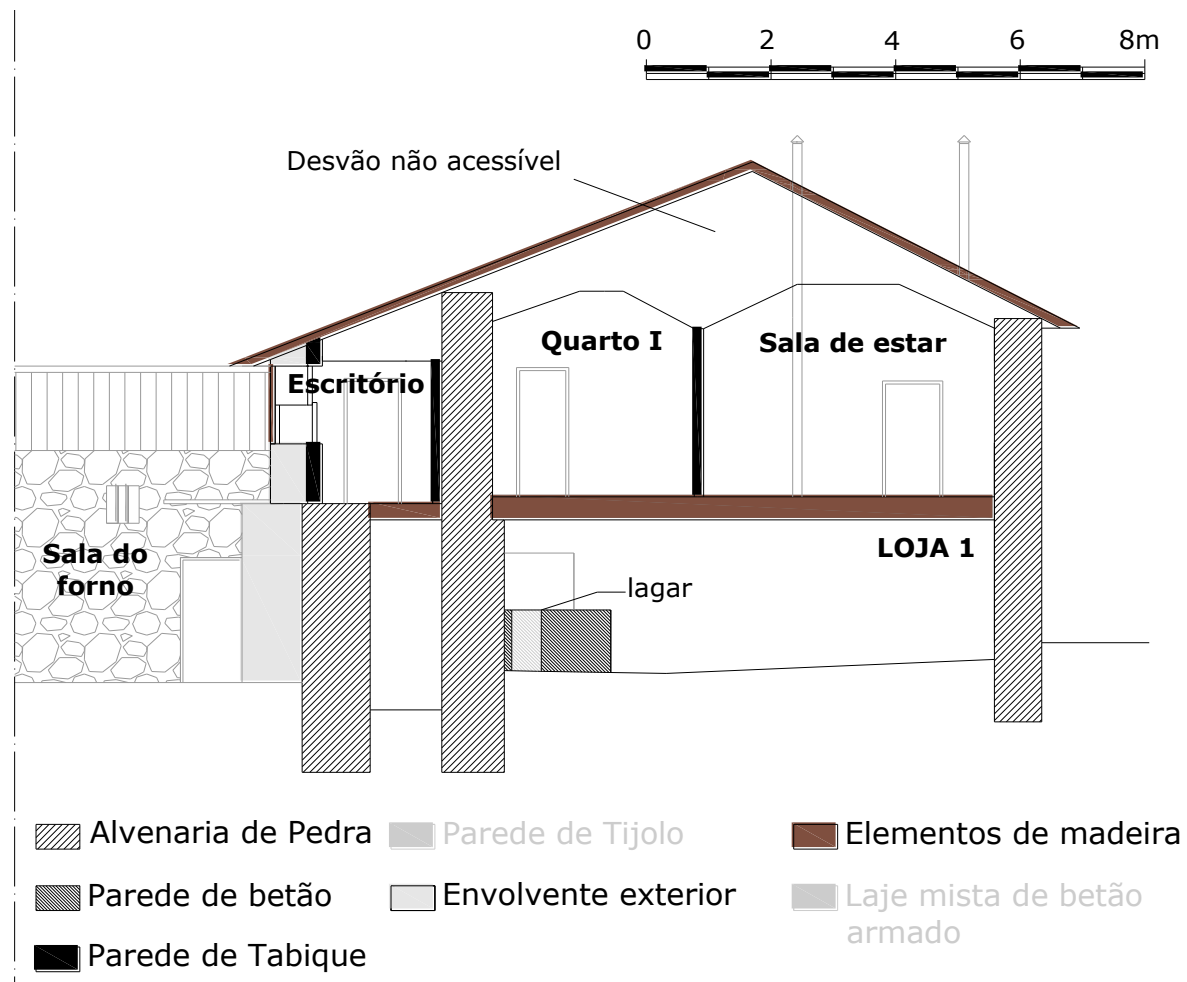
A16 - Corte L4



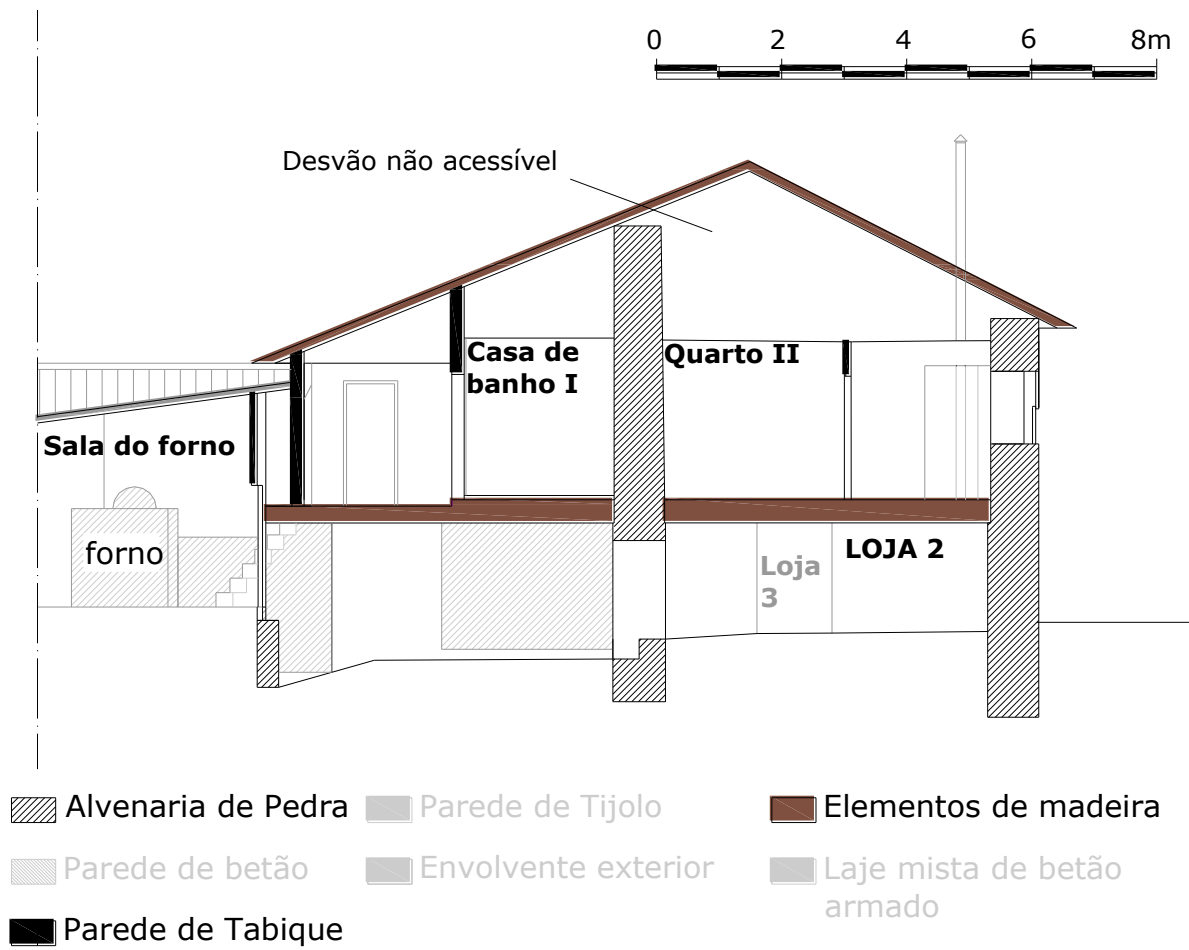
A17 – Corte L8



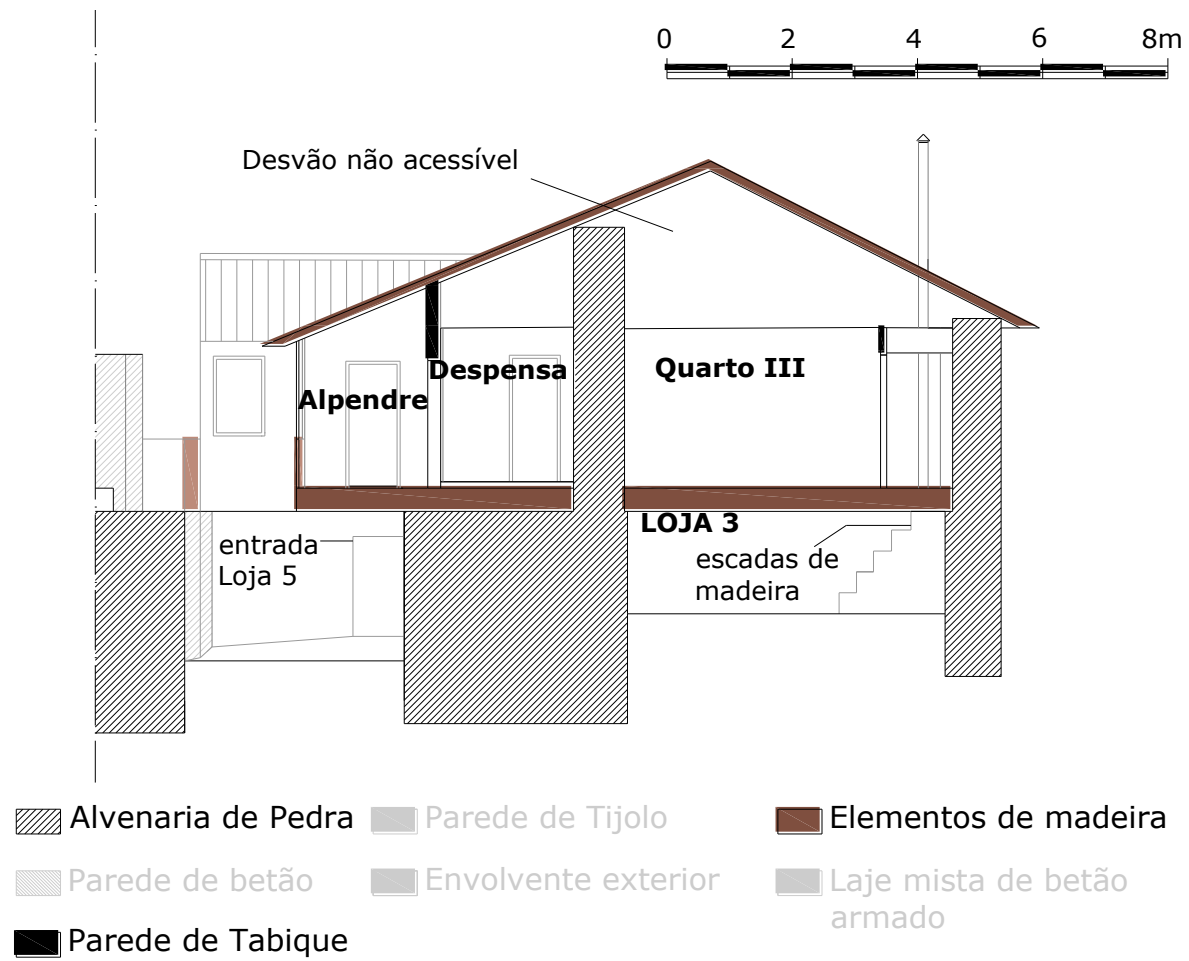
A18 – Corte L12



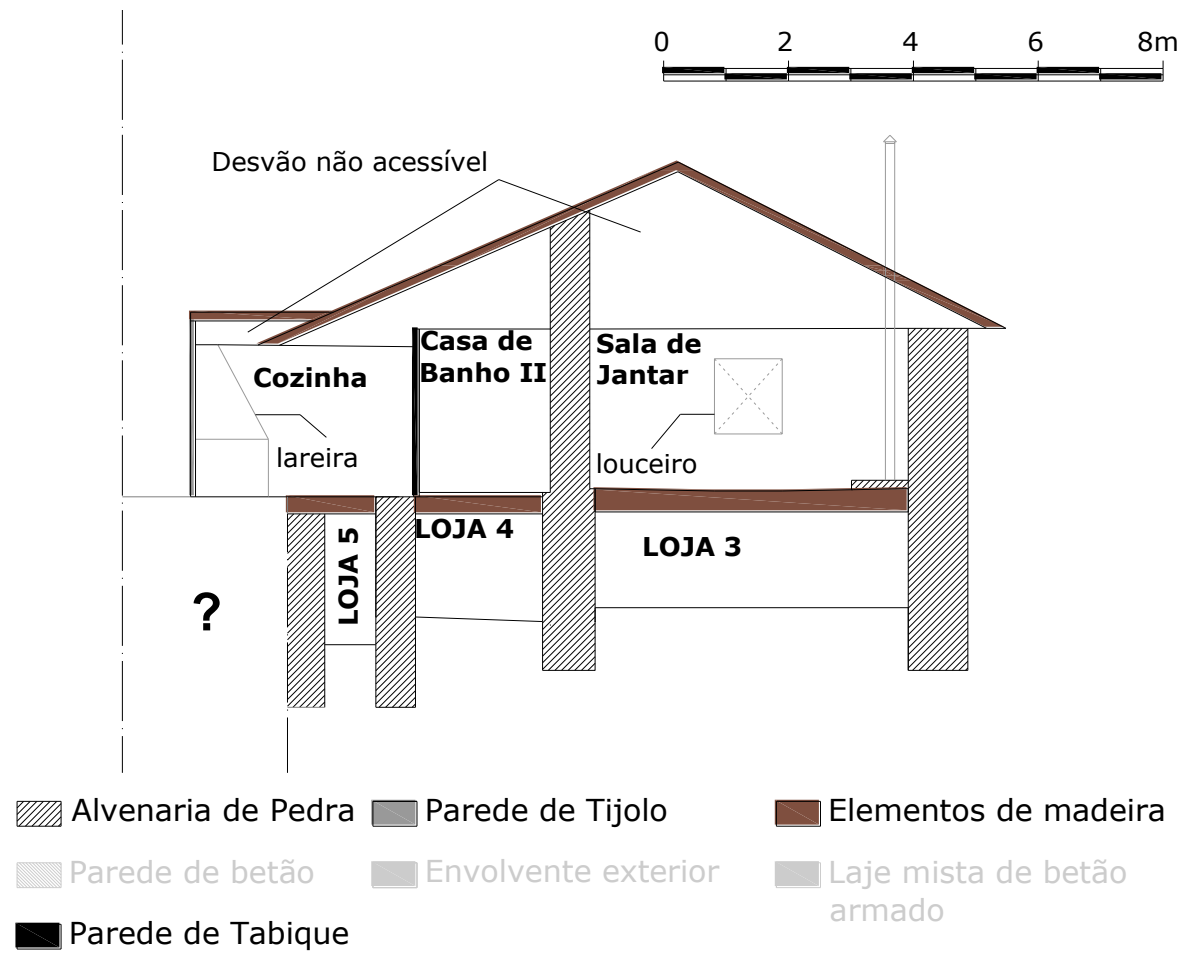
A19 – Corte T4



A20 – Corte T8



A21 – Corte T12



A22 – Corte T16